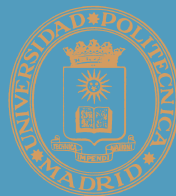


TIC

Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

Análisis de Oportunidades Multidisciplinares
en la Sociedad de la Información

Coordinador
José R. Casar Corredera



Consejo
Social

UPM

Universidad Politécnica de Madrid

TIC

Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

Análisis de Oportunidades Multidisciplinares
en la Sociedad de la Información

Coordinador
José R. Casar Corredera



Consejo
Social
UPM
Universidad Politécnica de Madrid



Consejo Social UPM

Universidad Politécnica de Madrid



Presidente

D. Adriano García-Loygorri Ruiz ⁴

Vicepresidente

D. José María Isardo Agüero ²

Consejeros

D. Enrique de Aldama y Miñón ³

D. Adolfo Cazorla Montero ⁵

Dña. Salce Elvira Gómez ²

D. Miguel Angel Fuertes Recuero ¹

D. Narciso García Santos ¹

D. Sigfrido Herráez Rodríguez ²

D. Blas Herrero Fernández ³

D. Fernando Lanzaco Bonilla ⁵

D. Vicente López-Ibor Mayor ³

D. José Luis Ripoll García ³

D. José Vicente Mata Montejo ²

D. Eugenio Morales Tomillo ⁴

D. Juan Carlos Mulero Gutiérrez ¹

D. Francisco Novela Berlín ²

D. Luis Otero Fernández ⁴

D. Juan Soto Serrano ⁴

D. Javier Uceda Antolín ⁵

Secretario

D. Jose María Bandeira Vázquez

¹ En representación de la Comunidad Universitaria.

² En representación de las Organizaciones Sociales y las Entidades Locales.

³ En representación de los intereses sociales designados entre las Fundaciones o Empresas que tienen suscritos convenios o contratos de investigación, docencia, prácticas de formación profesional o de colaboración en otras actividades de la Universidad.

⁴ En representación de los Intereses Sociales, designados por la Asamblea de la Comunidad de Madrid, entre personas de reconocido prestigio en los ámbitos científicos, culturales, artísticos o tecnológico.

⁵ Vocales Natos.

Prólogo

Para quien escribe estas líneas, como responsable del Consejo Social de la Universidad Politécnica de Madrid, constituye una especial satisfacción presentar esta primera publicación del Consejo, dedicada al fomento de la innovación que nuestra Universidad puede ofrecer.

No pretendo descubrir nada nuevo si afirmo que la innovación, como producto de la investigación científica y de la transferencia tecnológica al sector industrial, constituye una base cada vez más necesaria para alcanzar unos niveles de competitividad, tales que permitan hacer sobrevivir a las empresas en un mundo globalizado en el que la competencia se endurece progresivamente, debido, en buena parte, a la entrada de países que irrumpen en el contexto internacional, en condiciones económicas por el momento más favorables que las que se dan en naciones desarrolladas de más larga tradición industrial y, sobre todo, social,

En este contexto se hace imprescindible impulsar la colaboración entre la Universidad y el tejido industrial circundante, extendiendo de forma generalizada el protagonismo de los sistemas universitarios en el campo de la I+D+I, de modo que no se limiten a ejercer su tradicional función de docencia e investigación científica básica, sino que se extiendan y concreten en el aprovechamiento de sus resultados, para dar respuesta a las necesidades de empresas ya existentes y aún para promover la creación de otras nuevas que nazcan con una base tecnológica, como uno de los principales activos con que entrar en los mercados.

Por otro lado, siendo la principal razón de ser de los Consejos Sociales la representación en la institución universitaria, de la sociedad a la que debe servir, desde hace algunos años el Consejo Social de nuestra Universidad Politécnica de Madrid ha venido promoviendo o incluso poniendo en práctica una serie de actuaciones conducentes a aproximar su experiencia adquirida en nuevas tecnologías, con que atender a las necesidades del mundo empresarial y en particular a las de las pequeñas y medianas empresas.

Como ejemplo de lo indicado cabe citar los Foros de Debate Tecnológicos Universidad-Empresa promovidos desde 2002 por este Consejo Social, o la creación de la Agencia de Acreditación en I+D+I (AIDIT) por las Universidades Politécnicas de Madrid y Barcelona, a instancias de sus respectivos Consejos Sociales, o la del Centro de Estudios y Servicios Tecnológicos "La Arboleda", como Vivero destinado al lanzamiento de nuevas empresas con base tecnológica, apoyada asimismo en sus comienzos por este Consejo Social.

En esta senda de promoción de las nuevas tecnologías, en el año 2004 el Consejo Social ha decidido acometer un amplio estudio, cuya primera fase presentamos ahora, como una actuación más de fomento a la innovación, con las miras puestas en la extensión de los conocimientos prácticos de nuestros Centros Superiores en favor de las empresas, o, lo que es lo mismo, en bien de nuestra sociedad. El trabajo que ahora se publica está dedicado en concreto al análisis de la situación y a la identificación de las oportunidades que abren las tecnologías de la información y las comunicaciones para una serie de sectores de interés económico y social en nuestra Comunidad de Madrid.

En este proyecto han participado profesores de diversos Centros de esta Universidad Politécnica, junto con el Vicerrectorado de Investigación, habiéndose disfrutado de una valiosa contribución de distintos agentes sociales y empresariales, como reflejo del carácter abierto y de cooperación de la Universidad con la Sociedad.

Al Director de Estudios, el Profesor D. José Ramón Casar, a sus colaboradores más directos, las Sras. A. M. Bernardos, A. B. Bermejo y N. Cristóbal, a los Sres. J. I. Portillo, J. M. Meneses e I. Arnott, y a las demás personas e instituciones que han intervenido en este proyecto, en particular a la Cámara de Comercio de Madrid, a la Confederación Empresarial de Madrid (CEIM) y a FUNDETEL, vaya mi gratitud y con ella la de todo el Consejo Social, por su dedicación y bien hacer en este trabajo.

Confiamos en que esta aportación del Consejo Social de la Universidad Politécnica de Madrid, así como las que pueden venir detrás, sirvan de ayuda para los sectores a los que está dirigida, porque esa ha sido nuestra más decidida intención.

Adriano García-Loygorri Ruiz
Presidente del Consejo Social
Universidad Politécnica de Madrid

Presentación

El presente volumen contiene, en siete capítulos, un resumen amplio de algunos de los análisis sectoriales realizados, durante 2004, en el marco del proyecto "Análisis de Oportunidades Multidisciplinares de las TIC (Oferta Tecnológica para la Sociedad de la Información)", promovido y financiado íntegramente por el Consejo Social de la Universidad Politécnica de Madrid.

Esta iniciativa se planteó como un proyecto estratégico para identificar y analizar algunos sectores en los que la utilización e integración de tecnologías de la información podría conducir a nuevos conceptos de producto, servicio o proceso, más fácilmente transferibles a agentes industriales o de servicios.

Los sectores finalmente seleccionados para componer este volumen han sido: Las Personas Mayores, la Agricultura, las Prácticas Logísticas, las Artes Gráficas, el Deporte y el Comercio Minorista, a los que se dedican los capítulos 2 a 7.

El primer capítulo se ha reservado para revisar, con perspectiva horizontal, los instrumentos y buenas prácticas de transferencia de tecnología universidad-empresa. Es una versión resumida del más amplio que lleva por título: "Transferencia de tecnología universidad-empresa: contexto, condiciones del éxito y recomendaciones para convenios y spin-offs". En él se resume la evolución del papel de la Universidad en la llamada economía del conocimiento, el fenómeno de la transferencia de tecnología, el marco europeo y español y los instrumentos de ejecución más comunes.

El capítulo 2, sobre TIC para las Personas Mayores, toma prestada una parte del libro del mismo título, editado previamente por la UPM a través de su Consejo Social, en el marco de este mismo proyecto, y lo completa proponiendo posibles áreas de actuación. Comienza realizando un análisis demográfico y revisando las políticas para las personas mayores, a nivel mundial, europeo, nacional y regional. Se centra luego en el análisis de cómo las TIC podrían ayudar a conseguir tres grandes objetivos: la mejora de los procesos asistenciales, la mejora de la autonomía y el confort y la mejora de la comunicación y la integración. Se detallan algunos aspectos a considerar en la implantación de servicios y se sugieren algunas áreas de actuación específica.

A las TIC en Agricultura se dedica el capítulo 3. Se comienza describiendo el sector genéricamente, su cadena de valor y los agentes involucrados. Se identifican sus tres grandes desafíos: en lo económico, la mejora de la competitividad; en lo social, la mejora de las oportunidades y condiciones de vida en las zonas rurales; y en lo medioambiental, el fomento de las buenas prácticas. Se destinan luego secciones específicas a las siguientes áreas: Trazabilidad agrícola, Agricultura de precisión, Gestión y Calidad del Agua, Robótica y Automatización de los procesos agrícolas y Comercio electrónico de productos agrícolas.

Al área de Logística se dedica el capítulo 4. Tras revisar las cifras del sector, las operaciones de la cadena logística, las tendencias organizativas y la situación actual de la implantación de las TIC, se revisan soluciones para las áreas de gestión de stocks y de mejora del transporte y

distribución. El capítulo concluye con una descripción de las tecnologías habilitadoras de posibles innovaciones.

En el capítulo 5 se analizan las oportunidades de las TIC en el macro-sector de las Artes Gráficas (140.000 empleados, 12.500 empresas, 1.2 % del PIB nacional). Siguiendo la filosofía de otros capítulos, se comienza repasando las características del sector, sus procesos productivos y la situación real de implantación de TIC. Se centra luego en algunas posibles áreas de aplicación: los sistemas integrados de gestión de impresión, los sistemas de control de calidad basados en TIC y el desarrollo de modelos de negocio de futuro (libro electrónico, almacén virtual, etc.).

El capítulo 6, sobre las TIC en la mejora de la Práctica Deportiva, es un resumen generoso del informe del mismo título, elaborado en el marco del mismo proyecto, en noviembre de 2004. El informe está centrado en algunas de las áreas de competencia de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la UPM y se elaboró después de muchas y fructíferas reuniones entre expertos en Deporte y expertos en TIC. El capítulo revisa la situación general del Deporte en España y Madrid, para centrarse luego en diversas facetas relacionadas con la mejora del rendimiento deportivo: el análisis biomecánico, los sistemas de análisis táctico, el uso del video en entrenamiento, etc.

Finalmente, el capítulo 7, que podía no haber sido el último, se ha reservado para ilustrar la aplicación de las TIC en dos ámbitos de interés cierto para el Comercio Minorista: la Seguridad (en especial, la que pueden ofrecer los sistemas de videovigilancia) y el Comercio Electrónico.

El desarrollo y el buen fin de este proyecto del Consejo Social de la UPM ha sido posible gracias a la colaboración desinteresada de decenas de instituciones, asociaciones, empresas y personas.

Entre las primeras debo mencionar, especialmente, a la Cámara de Comercio de Madrid, a CEIM y a FUNDETEL, que, en todo momento, brindaron su máximo apoyo al proyecto y gracias a las cuales accedimos a decenas de asociaciones y empresas. Entre las muchas personas que han contribuido al desarrollo del proyecto, debo mencionar expresamente a quienes han tenido una dedicación constante a él: Javier I. Portillo, Juan M. Meneses, Ana M. Bernardos, Ana B. Bermejo, Ignacio Arnott y Nieves Cristóbal.

Deseo también agradecer sincera y explícitamente el apoyo de los Consejeros del Consejo Social; en particular a los vocales de su Comisión de actividades y muy especialmente a D. Juan Soto, que creyó en el proyecto desde el principio; a D. José M^o Bandeira, que lo apoyó y lo siguió con entusiasmo y a D. Adriano García-Leygorry, que confió sin reservas en sus posibilidades.

José R. Casar Corredera
Editor-Coordinador

31 DICIEMBRE 2004

Índice

(4) Prólogo

Adriano García-Loygorri Ruiz

Presidente, Consejo Social, Universidad Politécnica de Madrid

(6) Presentación

José R. Casar Corredera

Catedrático, Universidad Politécnica de Madrid

(10) Capítulo 1

La transferencia de tecnología universidad-empresa

Ana M. Bernardos Barbolla y José R. Casar Corredera

Universidad Politécnica de Madrid

(74) Capítulo 2

**Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
para las Personas Mayores**

Ana B. Bermejo Nieto y Norma García Martínez

Con la colaboración de: José R. Casar Corredera, Juan M. Meneses Chaus,

Javier I. Portillo García, Ana M. Bernardos Barbolla e Ignacio Arnott González-Tova

Universidad Politécnica de Madrid

(108) Capítulo 3

Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Agricultura

Ana B. Bermejo Nieto y Juan M. Meneses Chaus

Con la colaboración de: José R. Casar Corredera, José M. Durán Altisent

y Pedro Urbano Terrón

Universidad Politécnica de Madrid

(146) Capítulo 4

**Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
en las Prácticas Logísticas**

Ignacio Arnott González-Tova y Ana M. Bernardos Barbolla

Con la colaboración de: Juan M. Meneses Chaus, Ana B. Bermejo Nieto
y Javier I. Portillo García

Universidad Politécnica de Madrid

(178) Capítulo 5

**Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
en el sector de las Artes Gráficas**

Javier I. Portillo García y Ana M. Bernardos Barbolla

Con la colaboración de: Ignacio Arnott González-Tova y José R. Casar Corredera

Universidad Politécnica de Madrid

(218) Capítulo 6

**Tecnologías de la Información y las Comunicaciones aplicadas
a la mejora de la Práctica Deportiva**

Javier I. Portillo García, Javier Rojo González, Enrique Navarro Cabello
y Alberto Lorenzo Calvo

Con la colaboración de: Ana M. Bernardos Barbolla, Ana B. Bermejo Nieto
y José R. Casar Corredera

Universidad Politécnica de Madrid

(252) Capítulo 7

**Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el Comercio:
Comercio Electrónico y Seguridad**

Ana M. Bernardos Barbolla, Ignacio Arnott González-Tova, Javier I. Portillo García,
Matías J. Garrido González y Ángel M. Groba González

Con la colaboración de: César Sanz Álvaro, Juan M. Meneses Chaus
y José R. Casar Corredera

Universidad Politécnica de Madrid

Capítulo 1

La transferencia de tecnología Universidad-Empresa

Resumen ejecutivo (12)

1. El papel de la Universidad en la economía del conocimiento (15)
 - 1.1. Situación del gasto en I+D en las universidades (16)
 - 1.2. Datos de producción científica (24)
 - 1.3. Recursos humanos (25)
 - 1.4. Relaciones ciencia-industria, algunos indicadores (26)

2. La transferencia de tecnología y la universidad española (30)
 - 2.1. Beneficios y barreras en la transferencia universidad-empresa (30)
 - 2.2. Modelos de transferencia de tecnología universidad-empresa (33)
 - 2.3. Marco general de la transferencia de tecnología en España (35)
 - 2.4. Oficinas de Transferencia de Tecnología (45)

3. Instrumentos de transferencia de tecnología Universidad-Empresa (49)
 - 3.1. Convenios y contratos (49)
 - 3.2. Patentes y licencias (50)
 - 3.3. Movilidad de recursos humanos universidad-empresa (59)
 - 3.4. Creación de empresas de basadas en resultados de investigación universitarios (60)
 - 3.5. Servicios técnicos y actividades de apoyo a la investigación (67)
 - 3.6. Incentivos fiscales (67)

4. Conclusiones (68)

5. Referencias (70)

Resumen ejecutivo

En Europa, las políticas públicas de investigación, desarrollo e innovación se han enfocado, en buena medida, a mejorar la eficacia de la cooperación entre los agentes del sistema público de I+D y el sector industrial, en la convicción de que la interacción entre productores de conocimiento y aquellas entidades capaces de trasladarlo al mercado es una vía eficaz para conseguir y mantener un tejido empresarial generador de riqueza. Las universidades, parte activa de los sistemas nacionales de innovación, se ven directamente implicadas por esta tendencia al fomento de la colaboración, que busca acortar la distancia existente con Estados Unidos en cuanto a capacidades y competencias tecnológicas del mundo empresarial.

A este respecto, la Comisión Europea determina que el nuevo papel que han de asumir las universidades en lo que se ha venido a llamar economía "del conocimiento", tiene que contemplar de forma más eficaz la innovación, la creación de nuevas empresas y la transferencia y difusión de su principal activo, el saber. Este propósito, consecuencia de la voluntad de hacer de Europa una economía más dinámica, habrá de conducir a la institución universitaria a asumir una tercera misión más allá de sus objetivos tradicionales de docencia e investigación no finalista. Por tanto, la valorización de los resultados de la investigación universitaria, su rentabilización social y económica se perfila, a entender de algunos, como el nuevo reto al que se enfrenta la Universidad del siglo XXI.

En los últimos 25 años, la Universidad española se ha transformado paulatinamente, y al igual que el resto de las estructuras económicas y productivas del país, ha ido acometiendo un proceso de modernización, impulsado por factores clave como la normalización internacional, el desarrollo autonómico y la profesionalización y reconocimiento de la actividad investigadora (1).

La internacionalización de la Universidad española se vio notablemente favorecida por el ingreso de España como miembro de pleno derecho en la Unión Europea en el año 1986. Por otra parte, en las últimas décadas, las Comunidades Autónomas se han establecido, en virtud de las competencias transferidas, como financiadoras directas no sólo de los gastos estructurales clásicos de las universidades, sino también de su investigación. En cuanto a la profesionalización de la institución, la entrada en vigor de la Ley de Reforma Universitaria (LRU, Ley 11/1983) permitió la regularización formal de las actividades docente e investigadora.

(1) El lector interesado puede leer una breve revisión de la evolución de la universidad en España en el artículo: Casar, J.R. (2004): *Ciencia y tecnología en la Universidad Constitucional*. Revista "A distancia", vol.22, nº1, febrero 2004. UNED, Madrid.

En particular, la LRU instituyó un marco propicio para que la colaboración entre universidad y empresa fuese una realidad. Lo hizo a través de su artículo 11, que autorizaba a los departamentos e institutos universitarios, y a su profesorado a través de éstos, a contratar la realización de trabajos científico-técnicos siguiendo los procedimientos establecidos por los Estatutos de cada universidad. Este artículo singular, impulsor de la transferencia de los resultados de investigación a la empresa, pasó prácticamente intacto a formar parte de la Ley Orgánica de Universidades (Art. 83 de la Ley 6/2001), vigente en la actualidad.

Para estudiar la realidad de la colaboración universidad-empresa en España, es necesario partir de que, en términos de I+D, la economía española es, en la Unión Europea, de las que menos recursos destina a esta actividad (1,10% del PIB en 2003 frente a la media de la UE-15 en 2002, 1,98%). Si bien su crecimiento en los últimos años ha sido notable (8% en el período 1997-2001 frente al 4,5% de la UE-15), aún está lejos de alcanzar el de los países que más esfuerzo han dedicado a aumentar su gasto en I+D (Grecia, 16,7% de crecimiento entre 1997-2001; Islandia, 14,4%; Israel, 14,4%).

En este contexto, y bajo el título *“La transferencia de tecnología Universidad-Empresa”* se ha realizado un estudio cuyo propósito es mostrar el papel activo que adquiere la universidad en la ejecución de la I+D nacional y en la producción de conocimiento. Estas páginas son un extracto de un informe más amplio, realizado para el Consejo Social de la Universidad Politécnica de Madrid durante el año 2004, en el que se enmarca un análisis empírico dirigido a determinar los factores que favorecen el éxito o fracaso de un proceso de transferencia de tecnología entre universidad y empresa, basado en convenios de colaboración.

En el **apartado 1** de esta contribución se esboza, mediante una serie de indicadores, la realidad de la colaboración entre universidad y empresa en España. Esta revisión imprescindible tiene por fin introducir el marco legislativo, las tendencias políticas y los instrumentos y mecanismos de transferencia de tecnología disponibles hoy.

A lo largo del **apartado 2** se exploran algunas ideas básicas acerca de la transferencia de tecnología universidad-empresa: los beneficios y barreras que presenta la colaboración entre ambos mundos, la descripción de los rasgos culturales de los distintos actores que participan en el proceso de transferencia de tecnología, y los principales modelos que rigen la interacción de la universidad con su entorno, clasificados según su grado de formalización.

Además, se recorre el marco nacional en el que se efectúa la transferencia de tecnología entre universidad y empresa, a partir de una revisión de la legislación que regula este tipo de relaciones. Se comentan someramente las acciones nacionales de transferencia de tecnología, en concreto las enmarcadas en el Plan Nacional de I+D+I 2004-2007, y se hace hincapié en la influencia de las políticas regionales, materializadas en sus Planes de I+D+I. Mucho mayor que el espacio que se les dedica en este trabajo también es el interés de las políticas europeas, principalmente la actividad que se lleva a cabo mediante algunos instrumentos del VI Programa Marco de I+D. El lector ha de tener en cuenta que la intención del trabajo no es hacer una revisión perfecta de cada iniciativa política, inabordable en términos de objetivos, sino presentar la multitud de factores de entorno que condicionan la relación universidad-empresa.

En los últimos años han surgido múltiples estructuras destinadas a fomentar la interacción entre el sistema público de I+D y el tejido empresarial, la mayor parte de ellas fruto de una creciente atención política. En este mismo apartado se comentan las diferentes formas que pueden adoptar las organizaciones de interfaz, y se presta especial interés a las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación, que en la actualidad existen en todas las universidades españolas.

Los instrumentos de transferencia de tecnología en España ocupan el **apartado tercero**.

Contratos, patentes y licencias, acciones de movilidad de recursos humanos entre universidad y empresa, creación de empresas basadas en resultados de investigación universitarios, servicios técnicos y actividades de apoyo a la investigación e incentivos fiscales son los mecanismos que se estudian y se ilustran con diferentes datos. En algunas ocasiones, se entrelazan revisiones teóricas cuyo fin es introducir los diferentes temas antes de abordar aspectos de carácter más cuantitativo.

Conceptualmente, el trabajo es muy extenso, por lo que es posible que en ocasiones no trate todos los aspectos con la profundidad que requerirían. No obstante, su propósito no es realizar un análisis exhaustivo de todos los temas considerados, sino reaproximarse al fenómeno de la transferencia de tecnología entre universidad y empresa, mediante la realización de un análisis dirigido a determinar las circunstancias organizativas, culturales y de entorno que favorecen el buen desarrollo y posterior éxito del proceso.

1. El papel de la Universidad en la economía del conocimiento

Las universidades son elementos únicos en el sistema de innovación de un país. Se admite que, entre sus varias misiones, está la de contribuir al crecimiento económico y al desarrollo nacional y regional, valorizando sus resultados de investigación de manera que éstos reviertan en beneficio de la sociedad. La transferencia de tecnología a la industria es una de las fórmulas de las que se puede servir la institución universitaria para lograr este objetivo.

La OCDE (2002b) recuerda que *“el desarrollo de un sistema de innovación depende, cada vez en mayor medida, de la intensidad y efectividad de las interacciones con los principales actores implicados en la generación y difusión del conocimiento”*. A tal fin van dirigidas muchas de las políticas de I+D actuales, las cuales se han centrado en la promoción de los vínculos entre el sistema de ciencia y tecnología (en el que se encuentran las universidades) y el sector empresarial. Pocos dudan de la necesidad de fortalecer el nexo entre la institución creadora de nuevos conocimientos por excelencia y el sector productivo, que se vale de ellos para proveer bienes y servicios y crear riqueza.

En Europa, el debate acerca de cómo la sociedad puede aprovecharse de la investigación llevada a cabo por universidades viene cobrando un interés creciente desde principios de los 90 (COM, 2002). La Comisión Europea se ha hecho eco de esta inquietud y, en el papel que atribuye a las universidades en la sociedad del conocimiento, pone de manifiesto la necesidad de intensificar la cooperación entre éstas y el mundo industrial, a escala nacional y regional, con el propósito de centrarse de forma más eficaz en la innovación, la creación de nuevas empresas, y en términos generales, en la transferencia y difusión de los conocimientos (COM, 2003a).

España está situada dentro del grupo de países que la OCDE (2002a) considera que presentan tasas de financiación y ejecución pública de I+D moderadamente altas, y en los que las universidades tienen un peso notable como ejecutoras de I+D (2). En muchos países, y en España de forma muy acentuada, la Universidad es el agente que concentra el mayor capital humano dedicado a esta actividad. En 2002, la Universidad española contaba con más de 126.000 (3) profesionales implicados en actividades de investigación y desarrollo (21,31% en ingeniería y tecnología). Por otra parte, durante el sexenio 1996-2001, el 60,4% de las más de 118.000 publicaciones españolas recogidas en bases de datos internacionales, fueron realizadas desde la Universidad (CINDOC, 2004) (4).

Respecto al sector privado, la base tecnológica de las empresas, la concentración y tamaño de las mismas, y también su capacidad de absorción de nuevos conocimientos, son todas variables que explican el hecho de que las relaciones universidad-empresa sean diferentes dependiendo del país en que se realicen. Obviamente, cuanto más basada en la ciencia o en la tecnología está

(2) La OCDE clasifica a sus países miembros en cuatro categorías y diez sub-categorías, en función de los principales actores de la I+D nacional.

(3) Dato que incluye investigadores, técnicos y auxiliares.

(4) Los datos que se manejan en este estudio son de diferentes años. Se ha intentado ofrecer la última información disponible, pero en algunos casos ha sido necesario utilizar datos anteriores con el fin de poder realizar comparaciones más completas.

una empresa, más frecuentes y sencillas se intuyen sus relaciones con la universidad. Como refleja el análisis del Sistema Español de Innovación que ha efectuado Cotec en el año 2004 (COTEC, 2004a), cada vez son más las empresas que recurren al sistema público de I+D, y también es cada vez mayor su frecuencia de interacción. Sin embargo, la gran parte de los contratos que se celebran están aún dirigidos a abordar problemas muy alejados de la frontera del conocimiento. Queda, por tanto, un considerable espacio para aumentar la implicación estratégica de la industria en las alianzas con las universidades, tanto en intensidad como en objetivos científico-tecnológicos.

Con el fin de estudiar estas cuestiones, en este apartado se revisan comparadamente algunos indicadores de financiación y gasto en I+D. En particular, se explora la evolución y situación del gasto total en I+D, su distribución por fuentes de financiación, la fracción destinada a I+D universitaria y la ejecución por sectores en EEUU, Japón, la Unión Europea (5) y España. A continuación, se resumen algunas cifras de productividad científica y recursos humanos de la Universidad española, para terminar con un breve análisis de las prácticas de cooperación universidad-empresa.

La situación de la Universidad reflejada por los diferentes datos: elevado porcentaje de ejecución de la I+D atribuido a esta institución, disponibilidad de recursos humanos, y resultados positivos en cuanto a producción científica; junto con la cada vez mayor tendencia de las empresas a buscar socios universitarios y a participar en su I+D, ponen de manifiesto el considerable potencial de esta institución como productora de conocimiento y tecnología útiles y susceptibles de ser aplicados para la innovación.

1.1 Situación del gasto en I+D en las universidades

La producción de conocimientos científicos y tecnológicos es un factor esencial para el crecimiento duradero de las economías, en un contexto de diversificación de la competencia, internacionalización y transición hacia una sociedad fundamentada en el conocimiento, en el que el peso de los sectores económicos dependientes de los avances de la ciencia y la tecnología ha aumentado notablemente. La globalización de los mercados ha llevado a transformar la investigación cooperativa, las alianzas estratégicas y las relaciones entre lo público y lo privado en el núcleo de la innovación, de la competitividad industrial y del crecimiento económico (OCDE, 2002c). Conscientes de ello, los países de la OCDE han continuado su inversión en conocimiento (I+D, enseñanza superior y software) durante la última década.

Gasto total en I+D

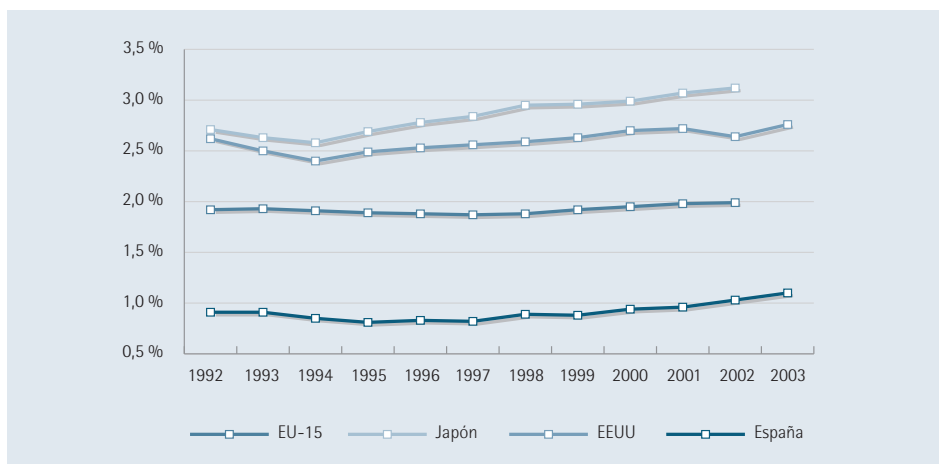
En el conjunto de los países de la OCDE, el gasto interior bruto en I+D continúa creciendo, aunque también lo hace la diferencia entre países. Estados Unidos, Japón y la Unión Europea han seguido la misma tendencia a lo largo de la década de los 90: vieron disminuir el gasto realizado en la primera mitad del decenio, y remontaron a lo largo de los últimos cinco años. En

(5) Datos de los primeros quince países comunitarios.

cuanto a la tasa de crecimiento del gasto en I+D, Estados Unidos y la UE-15 presentan valores muy parecidos (COM, 2003c). El gasto estadounidense creció anualmente de media en el período 1997-2001 un 4,8%, siendo 4,5% la tasa de crecimiento de los primeros quince países comunitarios. A pesar del desarrollo favorable que se está experimentando en la UE-15, la diferencia de gasto en términos absolutos en I+D respecto de los Estados Unidos, sigue aumentando a favor de EEUU.

La Unión Europea expresó su preocupación por esta realidad en la Cumbre que tuvo lugar en Lisboa en marzo de 2000. Para conseguir “constituirse en la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo”, la UE se propuso aumentar su inversión en I+D. Dos años más tarde, en Barcelona, fijó como objetivo la consecución de una inversión en I+D del 3% en 2010. En 2002, la UE-15 arrojó una tasa de gasto en I+D relativa a su producto interior bruto de 1,98%, siendo 2,64% la de EEUU (figura 1). Pese a que la inversión europea en I+D está progresando de forma sostenida, lo hace muy lentamente, lo que aún sitúa a los países comunitarios lejos de conseguir el propósito establecido para el final de la década.

FIGURA 1. Evolución del porcentaje del producto interior bruto dedicado a I+D.



Fuentes: Eurostat (NewCronos) e INE (6) (Indicadores de Ciencia y Tecnología 2002).

En España, el gasto en I+D respecto al producto interior bruto sólo superó el 1% en 2002 (1,10% en 2003 (7)). España se encuentra a la cola de la UE en cuanto a este indicador se refiere, junto con Grecia y Portugal.

Durante el período 1997-2001, en el contexto nacional se experimentó una tasa de aumento del 8% (COM, 1003c) en términos de gasto relativo. Este valor es similar a los de Dinamarca (7,9%) y Suecia (8,4%) en el mismo año, pero notablemente inferior al de los países que más crecieron (Grecia, 16,7%; e Islandia, 14,4%).

(6) En los datos procedentes del INE (España) se produce, a partir de 2001, una revisión metodológica que incluye tanto la I+D continua como ocasional que realizan las empresas, lo que incrementa el valor respecto a años anteriores.

(7) El gasto total en I+D ascendió a 8.213.035,6 mil euros en 2003.

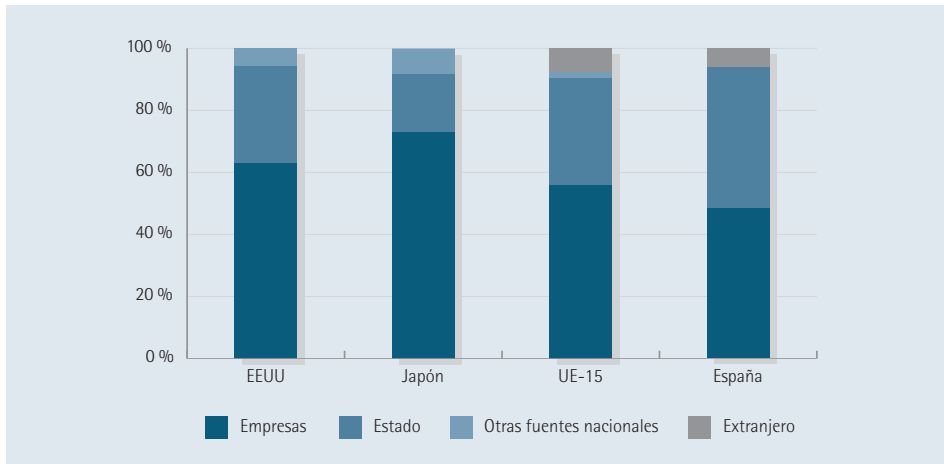
Gasto en I+D en función de las fuentes de financiación

La financiación de la I+D es uno de los instrumentos de los que se sirven los gobiernos para estimular la capacidad de adaptación de los sectores productivos. Las administraciones públicas han venido incrementando su apoyo a la generación y diseminación de conocimiento, con el fin de crear mejores condiciones para la innovación, de tal manera que los gastos en I+D repercutan positivamente en lo económico y en lo social.

La Unión Europea se propuso en la Cumbre de Barcelona conseguir que dos tercios del total del gasto de I+D fuera financiado por fuentes privadas, ya que el nivel y la intensidad de inversión en I+D del sector privado resulta determinante para la competitividad de los países. La media de financiación privada de I+D de los países de la OCDE, en 2001, fue del 63%, siendo así las empresas las principales proveedoras de fondos con este fin (OCDE, 2004). Como se observa en la *figura 2*, la UE-15 está por debajo de ese valor con el 55,95% de contribución por parte del sector privado.

La *figura 2* muestra, además, la procedencia de las inversiones en I+D en Japón y Estados Unidos. El país líder en financiación de I+D mediante fondos privados es Japón, que recogió en el año 2001 un 72,98% del gasto total. En Estados Unidos, durante 2003, la aportación de las empresas significó el 63,1% de la inversión en I+D (8). Por el contrario, la UE (2001) recibió la mayor inversión por parte del Estado (34,35% (9)), mientras que la investigación estadounidense obtuvo del sector público un 27,76% del total de sus fondos, y Japón, un 18,49% (10).

FIGURA 2. *Gasto en I+D según las fuentes principales de financiación. Últimos datos disponibles: EEUU, 2003; Japón y UE-15, 2001; España, 2003.*



Fuentes: OCDE (*Principales indicadores de Ciencia y Tecnología 2003/2*, extraídos de MCYT), Eurostat (*NewCronos*) e INE (*Indicadores de Ciencia y Tecnología 2003*).

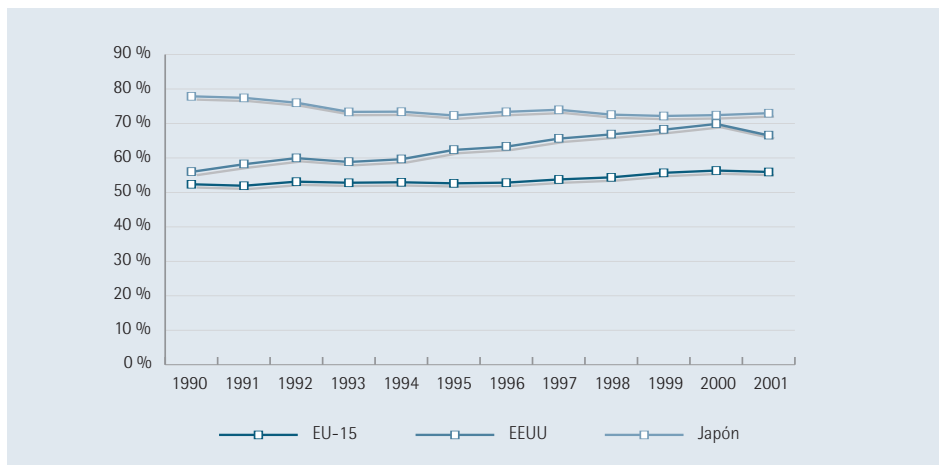
(8) El dato de 2003 para EEUU (cifra provisional) indica un descenso de esta aportación, que en 2001 fue del 67,29% del total.

(9) Valor estimado provisional. Fuente: Eurostat.

(10) *Ibid.*

Durante el año 2003, el gobierno de Estados Unidos presupuestó una contribución pública a la I+D del 1,05% de su PIB, porcentaje que supera en casi 3 décimas a la asignación realizada por los países de la Unión Europea de los quince (0,77%). Estos datos reflejan que, aunque en Estados Unidos el sector público no tiene tanto peso relativo en el gasto total en I+D como en la Unión Europea, su contribución en términos absolutos es mayor. O dicho de otra forma: en Europa, los gobiernos invierten menos en I+D y esta inversión representa, además, un porcentaje mayor de la inversión total en I+D.

FIGURA 3. *Evolución del porcentaje de gasto en I+D financiado por la industria. Porcentaje sobre el total de gasto en I+D.*



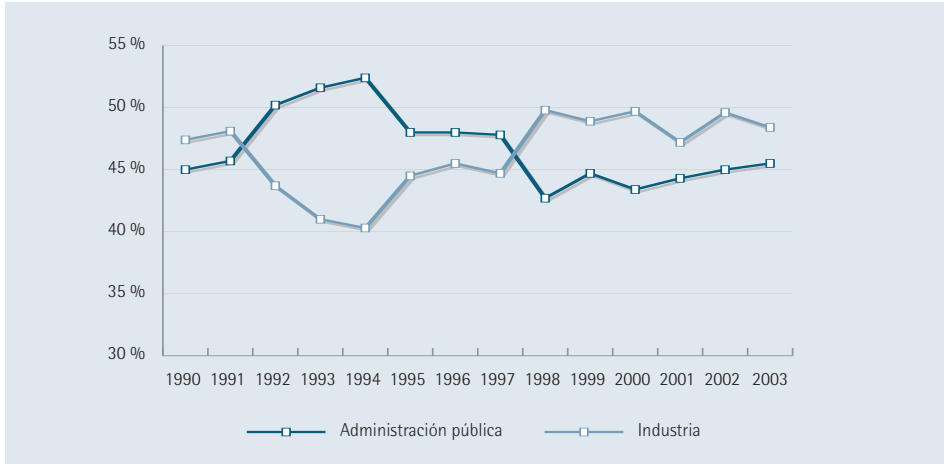
Fuente: Eurostat (NewCronos).

Como se puede observar en la *figura 3*, la Unión Europea ha presentado, en la última década, un lento crecimiento continuado del gasto en I+D por parte del sector privado. En 1990, el porcentaje de inversión sobre el gasto total en I+D realizado por las empresas fue de 52,36% en el caso de la UE-15 y de 54,61% en Estados Unidos. Al final de la década de los 90, la Unión Europea había elevado esta contribución a 56,35%, y EEUU rozaba el 70% de financiación de la I+D por parte de la industria. La UE-15 está lejos, pues, de clausurar la brecha existente en el ámbito de la inversión privada en I+D con respecto a EEUU, y se encuentra a punto de ser sobrepasada por Japón en cuanto a términos absolutos de inversión se refiere. Durante 2001, en la UE-15, el sector privado invirtió en I+D 114 billones de euros. EEUU alcanzó los 234 billones de euros y Japón, 105 billones (COM, 2003c).

En España, las empresas financian menos I+D que la media de sus homólogas europeas. En 2003, la contribución de las empresas representó el 48,35% del total del gasto en I+D, frente al 56,1% de media europea (2001). Los países de Europa que más financiación obtuvieron en 2001 por parte del sector industrial fueron Finlandia (70,8%) y Suecia (71,9%) (COM, 2003c).

El porcentaje de I+D nacional sufragado por el sector privado (*figura 4*) ha crecido en los últimos años, y está cercano a representar la mitad del gasto realizado en I+D. En consecuencia, la Administración Pública, aunque ha aumentado su contribución en términos absolutos, ha reducido su tasa de representación en el total del gasto de I+D.

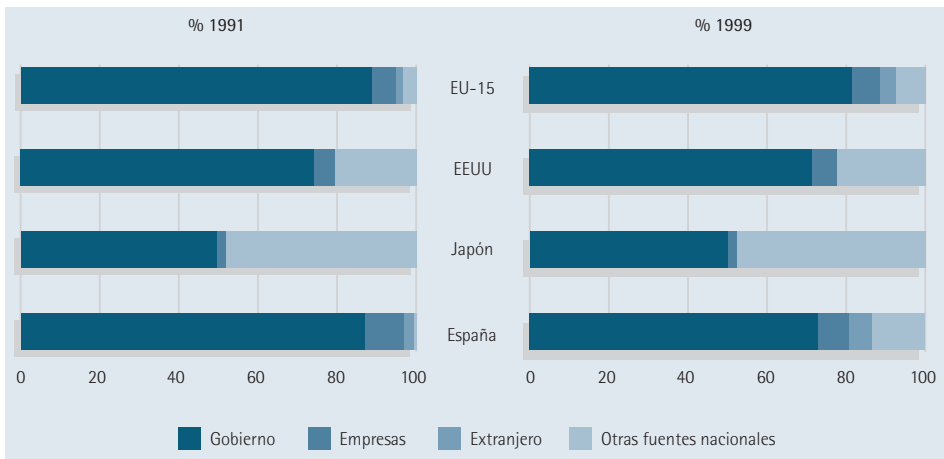
FIGURA 4. Evolución del gasto en I+D financiado por la industria (no se incluyen IPSFL (11)) y la Administración Pública.



Fuente: INE, Estadística de I+D.

En cuanto a la financiación de la I+D de la educación superior, en todos los países europeos los fondos públicos soportan la mayor parte. En la UE-15 representaron el 81% en 1999, como se muestra en la *figura 5*. Sin embargo, en algunos países, también son importantes otras fuentes de ingresos: un rasgo significativo reciente en el sistema de I+D de la UE, es la contribución creciente del sector privado a la financiación de la I+D realizada en el sector público y en el de enseñanza superior. En 1999, las empresas financiaron el 6,9% de los gastos en investigación de la Universidad, alcanzando un valor relativo superior al de Estados Unidos (6,3%) o Japón (2,3%).

FIGURA 5. Comparativa del gasto en I+D en enseñanza superior por fuente de financiación.



Fuente: COM (2003b).

(11) Instituciones privadas sin fines de lucro.

A lo largo de la década de los 90 se experimentaron algunos cambios generalizados. En primer lugar, el sector privado incrementó su participación en la financiación en un 1%, tanto en EEUU (5,3% en 1991) como en Europa (5,9% en 1991). Entre los países miembros de la UE, Alemania (11,3%), Bélgica (10,9%) y España (7,7%) son los que más contribución presentaron por parte del sector privado a la investigación universitaria (1999). La tendencia creciente del sector empresarial a aumentar su participación en la financiación universitaria indica que las empresas tienen interés en explotar la I+D pública, y que las instituciones públicas de investigación tratan de intensificar su cooperación con las empresas para rentabilizar sus resultados.

Según la OCDE (2004), durante 2001 en España alrededor del 8% de la I+D ejecutada por las universidades y los organismos públicos de investigación fue financiada por las empresas. Este valor es superior al de la media de la UE-15, que ronda el 6,5%. El dato español posiciona al país entre aquellos en los que la Universidad más obtiene de las empresas mediante flujo financiero directo. El nivel de participación industrial en la I+D pública en España es similar al de países como Reino Unido, Finlandia o Noruega. Es importante señalar que la mayoría de los países europeos presenta porcentajes de nivel de participación en la universidad, mediante este sistema, muy bajos (en muchos casos inferiores al 5%). Los últimos datos nacionales disponibles (12) manifiestan que en 2003, el 6,4% del gasto en I+D ejecutado por el sector de enseñanza superior fue financiado por las empresas.

Gasto en I+D por sectores de ejecución

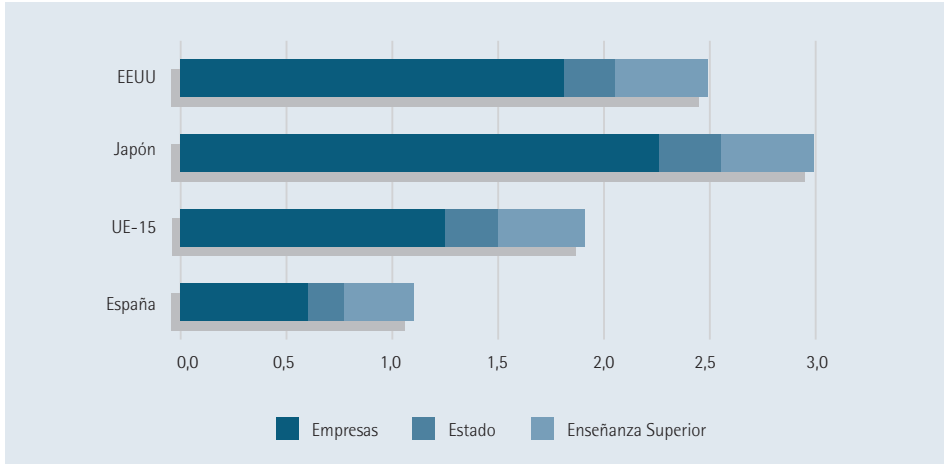
En el punto anterior se han recopilado algunos datos sobre I+D en función de los diferentes agentes que destinan fondos a esta actividad. Éstos no coinciden exactamente con los que realizan investigación y desarrollo: los cuatro sectores de ejecución de la I+D son el Estado (en España, sus organismos públicos de investigación y otras instituciones de características similares), las empresas, la enseñanza superior (principalmente universidades) y "otros" (a veces, instituciones privadas sin ánimo de lucro).

En 2001, el gasto en I+D ejecutado por el sector privado sobre el total de gasto, fue de 73,7% en Japón, 72,9% en EEUU y 65,3% en la Unión Europea (COM, 2003c). En la zona OCDE, la I+D realizada por las empresas ha crecido regularmente a lo largo de las dos últimas décadas, acelerándose durante la segunda mitad de los años 90. Esto se ha debido, sobre todo, a dos factores. El primero, el repunte de la I+D en las empresas estadounidenses, que ha aumentado a razón de 3,9% por año entre 1995 y 2002. En segundo lugar, el avance en la Unión Europea, que ha sido del 4,6% anual entre 1995 y 2001 (OCDE, 2004).

En los países de la OCDE, el sector de enseñanza superior realiza en torno al 17% del conjunto de la I+D nacional (OCDE, 2004). En la *figura 6* se muestra como en el caso de la Unión Europea, Estados Unidos y Japón, el gasto en I+D ejecutado por las universidades significó en 2001 alrededor de un 0,4% del PIB.

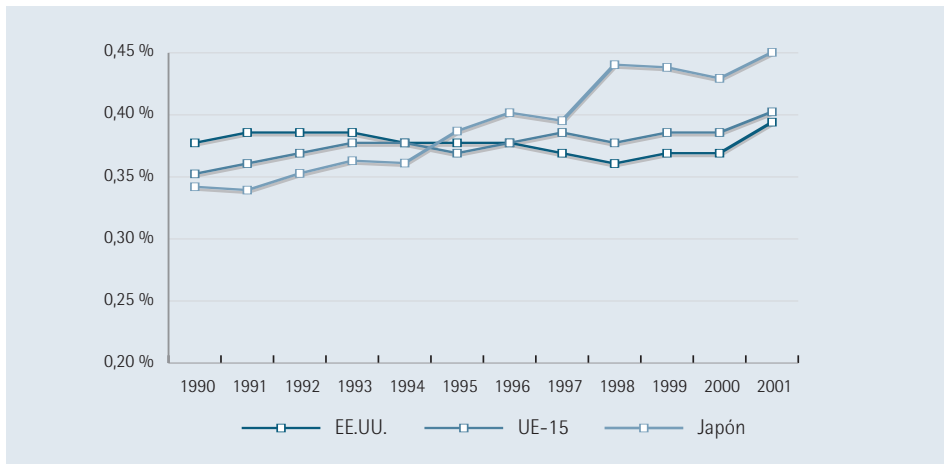
(12) INE, Encuesta de Innovación Tecnológica 1998-2000.

FIGURA 6. Gasto en I+D por sector de ejecución. Porcentaje sobre PIB. Últimos datos disponibles: EEUU, 2003; Japón y UE-15, 2001; España, 2003.



Fuentes: OCDE (Principales indicadores de Ciencia y Tecnología 2003/2, extraídos de MCYT) e INE (Indicadores de Ciencia y Tecnología, Estadística de I+D 2003).

FIGURA 7. Evolución del gasto en I+D ejecutado en el sector de la enseñanza superior. Porcentaje sobre el PIB.



Fuente: OCDE (Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología 2003/2, extraídos del MCYT).

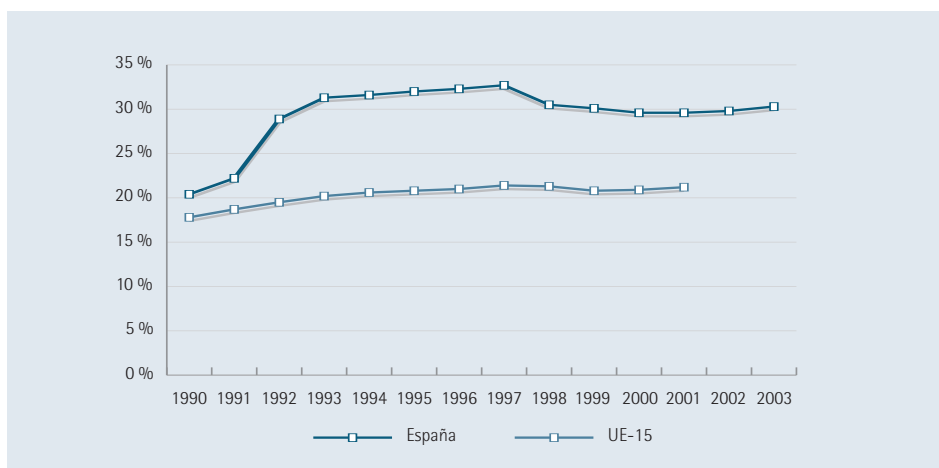
El rol de las universidades en la ejecución de la I+D pública ha ido cobrando mayor importancia durante la última década. La I+D realizada por el sector de la enseñanza superior ha progresado durante los años 90 (figura 7). Con respecto al PIB, el porcentaje de gasto ejecutado por las universidades ha aumentado ligeramente en la Unión Europea, y se ha incrementado de manera notable en Japón (país con escaso crecimiento económico, por otra parte). Mientras que el gasto total de I+D pública ha permanecido más o menos constante respecto al porcentaje del PIB, la

proporción de gasto adjudicado a las universidades frente a aquél de los organismos públicos de investigación (OPIs) se ha visto modificada ligeramente a favor de las primeras (OCDE, 2002c). Esta disminución de gasto en OPIs se justifica, en el caso de algunos países, por la reducción desde el comienzo de la década de los 90 del presupuesto dedicado a la I+D militar.

En cuanto al gasto por sector de ejecución en España, la mayor parte del mismo es realizado por empresas e IPSFL (54,3% del total de gasto en 2003). El porcentaje de ejecución efectuado por empresas resulta superior en algunos puntos al financiado por este colectivo (48,8%). Este valor se encuentra por debajo de la media europea (65,3% en 2001), y coloca a España a bastante distancia de los países europeos con tasas más altas de ejecución privada (en 2001, Suecia 77,6%; Bélgica, 71,6%; Finlandia, 71,1% y Alemania, 70%).

Por otra parte, el gasto ejecutado por el sector de enseñanza superior español representó, en 2003, el 30,3% del total de gasto (0,33% del PIB). El dato es algo más elevado que el recogido para la media de la Unión Europea (UE-15, 21,2% en 2001). La *figura 8* refleja como, en Europa, la ejecución de la I+D por parte de este sector ha representado, a lo largo de la última década, un porcentaje menor en el gasto total en I+D que en España: a nivel nacional, la investigación universitaria tiene más peso en el balance total de ejecución del gasto en I+D.

FIGURA 8. *Evolución del porcentaje de gasto en I+D ejecutado en la enseñanza superior. Porcentaje sobre el total de gasto en I+D.*



Fuentes: INE (Indicadores de Ciencia y Tecnología 2003) y OCDE (Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología 2003/2, extraídos del MCYT).

Se concluye pues que el gasto total nacional en I+D es sensiblemente inferior a la media europea, al igual que lo es el porcentaje de este gasto sufragado por las empresas. La investigación universitaria, especialmente significativa en España, se soporta principalmente mediante fondos públicos. No obstante, existe una tendencia generalizada al aumento de la participación del sector privado en su financiación, factor que deja entrever un interés creciente de las empresas en los resultados de investigación producidos en la Universidad.

1.2 Datos de producción científica

Así como la producción tecnológica de un país se mide, en ocasiones, en número de patentes por cada millón de habitantes, la producción científica se cuantifica habitualmente mediante el número de publicaciones generadas. La publicación de los resultados de investigación, junto con su presentación en congresos, es considerada como el medio natural de difusión tecnológica. Bien es cierto que la diseminación de los resultados de investigación de esta forma no produce un retorno económico directo que justifique directamente su inversión, pero este proceso es esencial para que el ciclo del conocimiento se ejecute. Por otra parte, la publicación pasaría de considerarse un medio de difusión a uno de transferencia si hubiera un tejido industrial con recursos capaces de aprovechar estos nuevos conocimientos. Normalmente, el *know-how* que se recoge en las publicaciones científicas no tiene el grado de madurez suficiente que haga fácil su aplicación inmediata. Por ello, las empresas suelen utilizar este tipo de documentación para realizar actividades de prospectiva tecnológica y evaluar tendencias, más que para transformar el conocimiento de la publicación en una innovación.

En cualquier caso, indicadores como el número de publicaciones, el nivel de cita de artículos o el impacto científico de lo publicado, a pesar de ser imperfectos, son tomados cada vez más en cuenta en las decisiones políticas relacionadas con la I+D de manera directa o indirecta, a través de mecanismos de incentivación o promoción personal (COM, 2003c). Por otra parte, la efectividad de la financiación de I+D se observa también por la calidad de la investigación ejecutada. Esta investigación arroja resultados que, en la mayoría de los casos, dadas las características de la cultura investigadora, se transforman en artículos científicos que se publican en revistas de amplia difusión entre la comunidad científica, y se recogen en bases de datos especializadas que facilitan en gran medida el acceso a estos recursos.

La producción científica ha progresado en prácticamente en todos los países de la OCDE durante los últimos años. Desde mediados de la década de los 90, la Unión Europea (UE-15) ha sobrepasado a los Estados Unidos y se ha transformado en la mayor productora de conocimiento publicado (13). Al final de la década, la distancia entre ambos fue del 6%, a favor de la UE-15. A pesar de esta situación favorable para Europa, que refuerza las tesis sobre la paradoja (COM, 1995) que enfrenta a la producción de conocimiento y a su repercusión económica, en 2002 la UE-15 ha experimentado un descenso del 2,1% respecto al nivel conseguido en el 2001. Similar es el caso de Japón, y contrario el de EEUU, país que parece repuntar en su producción a partir del año 2000 (COM, 2003c).

Dentro de Europa, son los países nórdicos (Suecia, 1598 publicaciones por millón de habitantes en 2002; Dinamarca, 1332; Finlandia, 1309) y Suiza (1757) los más prolíficos en términos de número de publicaciones por millón de habitantes. En cierta manera, esto se puede explicar teniendo en cuenta el perfil científico del país y las tasas de publicación dependientes de la disciplina científica de especialización (14).

(13) En el año 1997, la UE-15 superó a NAFTA, grupo de países formado por EEUU, Méjico y Canadá, que tradicionalmente concentraba el mayor número de publicaciones.

(14) Un investigador del área de medicina clínica puede publicar, de media anual, diez veces más que un investigador en ingeniería (OCDE, 2002c).

Por otra parte, existe una correlación entre productividad científica e inversión realizada en I+D, sobre todo en los países que más alto número de publicaciones por millón de habitantes presentan. En el caso de algunos, como Estados Unidos o Japón, esta relación no es tan elevada, posiblemente debido a que la mayor parte de su inversión en I+D la lleva a cabo el sector privado, siendo los organismos públicos de investigación y las universidades los entornos más proclives a publicar.

En 2002, España sumó 567 publicaciones por cada millón de habitantes, con un crecimiento que fue del 4,3% durante los años 1995-2002. En este periodo, la UE-15 mejoró en un 2,1%, alcanzando las 673 publicaciones por millón de habitantes (2002). Un aumento menor consiguió EEUU, que ascendió 0,7% y alcanzó las 774 publicaciones por millón de habitantes. Los datos de crecimiento de España son relativamente buenos, pues sólo los países con menor presencia científica consiguen tasas mayores al 5%. En la última década, los investigadores residentes en España han seguido aumentando su cuota de presencia en las bases de datos internacionales que recogen las publicaciones de prestigio, como se recoge en la *tabla 1*.

T1. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN ESPAÑA.

NÚMERO DE TRABAJOS REALIZADOS EN INSTITUCIONES ESPAÑOLAS, EN LAS QUE AL MENOS UN AUTOR PERTENECE A LA INSTITUCIÓN

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Nº publicaciones científicas	11.903	13.824	15.309	16.214	18.283	20.080	22.077	23.783	25.065	24.073	26.349
Public. en % de la producción mundial	1,68	1,91	2,01	2,02	2,12	2,23	2,35	2,51	2,57	2,44	2,69

Fuente: Ministerio de Ciencia y Tecnología a partir de CINDOC.

Como se ha comentado, otro dato a tener en cuenta a la hora de perfilar la situación productiva de material científico en un país es el área de especialización de las publicaciones. En España se publica sobre todo en el campo de la medicina clínica (24,7% de las publicaciones en 2001), seguido de la química (18,5%), biomedicina (13,9%) física (11,7%), y biología (10,7%). El ámbito de la ingeniería y la tecnología representó en 2001 el 7,8% del total de publicaciones realizadas a nivel nacional, siendo la media de la UE-15 el 8,1% (15) (NSF, 2004).

Por sectores institucionales, la Universidad es la principal productora de publicaciones científicas, con el 60,4%. Los hospitales realizan el 25,0%, y el CSIC, el 20,3% (CINDOC, 2004).

1.3 Recursos humanos

En la *tabla 2* se observa que la distribución de investigadores por sector de ocupación es muy diferente de unos países a otros. En el caso de Estados Unidos y Japón, la mayor concentración se encuentra en el sector privado. Aunque con diferencia significativa, igualmente en la UE-15 resulta este sector el más representativo, pues agrupa a algo menos de la mitad del total de los investigadores.

(15) Este dato no incluye la producción científica de Luxemburgo.

En España, por el contrario, la Universidad es la estructura que alberga más investigadores. Los profesionales que desarrollan su actividad en las empresas son menos del 25% del total. España ha presentado una buena tasa de crecimiento en número de investigadores durante los últimos años; en 2001, se alcanzaron los 80.081 investigadores, a los que se hay que sumar 28.460 técnicos y 17.209 auxiliares dedicados además a actividades de I+D.

T2. DISTRIBUCIÓN DE INVESTIGADORES POR SECTOR DE OCUPACIÓN,
Y GASTO MEDIO ANUAL POR INVESTIGADOR, DATOS DE 2001

	En % por sector			Número total de investigadores	Media anual de crecimiento en % 1996-2001	Gasto anual por investigador (1000 € corrientes)
	Empresa	Estado	Educación Superior			
UE-15	49,7	13,4	34,5	972.448	3,90	171
EEUU	80,5	3,8	14,7	1.261.277	4,28	182
Japón	63,7	5,0	29,6	675.898	1,83	212
España	23,7	16,7	58,6	80.081	9,17	78

Fuente: COM (2003c).

El gasto anual por investigador, siempre entendido como resultado de dividir el gasto en I+D total por el número de investigadores, muestra que el país con mejores resultados es Japón. Le sigue Estados Unidos, y a poca distancia la UE-15. España, dadas sus cifras de gasto en I+D, presenta valores bastante inferiores a los deseados, muy alejados de la media europea.

Respecto al gasto por investigador por sector, éste es superior en los organismos públicos de investigación, en el caso de EEUU y Japón (361.000 y 404.000 €/investigador, respectivamente). Mientras, en la UE-15 y en España, son los que desarrollan su labor en el sector empresarial (225.000 y 172.000 €/investigador, respectivamente).

1.4 Relaciones ciencia-industria, algunos indicadores

Los flujos financieros directos son un indicador de la cooperación entre las empresas y otros actores del sistema de ciencia e innovación de un país (OCDE, 2002c). En el caso de las universidades y los organismos públicos de investigación, el sector privado financia una parte creciente de la I+D ejecutada. El porcentaje de I+D sufragada de esta forma asciende al 5,2% del total del gasto en I+D atribuido a OPIs y universidades (países OCDE). A pesar de la creciente importancia de esta fuente de financiación en numerosos países, ésta no representa aún un porcentaje significativo del total: como ya se ha comentado, la Unión Europea tiene una participación empresarial en la I+D universitaria que está en torno al 6,5%, EEUU ronda el 3,6%, Japón la estima en alrededor del 2%, y en España representa el 8% sobre el total de la I+D ejecutada en el sector de la educación superior (OCDE, 2004).

Otro indicador que mide la relación de la Universidad con el sector privado es el número de artículos científicos citados en patentes concedidas. Durante los años 90, este factor ha crecido considerablemente, debido a la facilidad de acceso a las bases de datos electrónicas de

publicaciones científicas, y también por el aumento de las empresas de base científico-tecnológica, donde la tendencia a citar fuentes bibliográficas es mayor que en los sectores tradicionales. El crecimiento de este indicador ha sido, de todas maneras, desigual en los diferentes países de la OCDE. Su relevancia es mayor en ciertas economías como las de Europa central y del norte, y Norteamérica (OCDE, 2004).

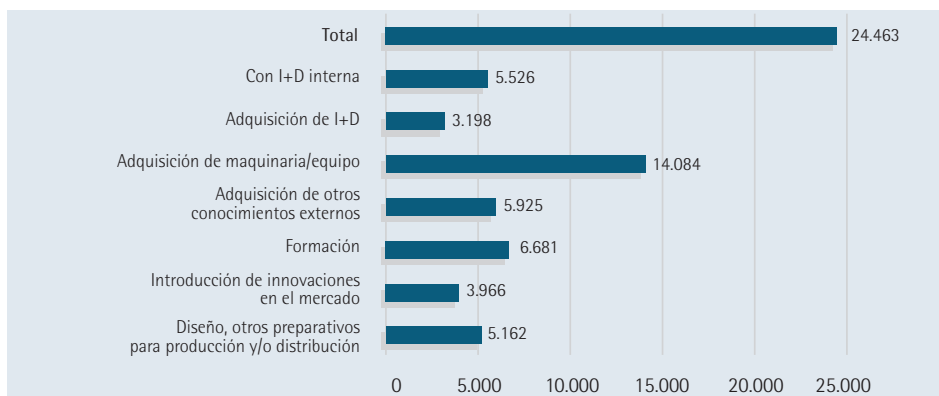
Esta sucinta presentación de la situación internacional de la colaboración entre Universidad y empresa quiere servir de marco general a este apartado, en el que se recogen algunos indicadores que perfilan las características de las empresas innovadoras españolas, y reflejan sus preferencias en cuestión de colaboración para la innovación.

Indicadores sobre la actividad innovadora de las empresas en España

Según la "Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 2002" que realiza el Instituto Nacional de Estadística, durante el período 2000-2002 había en España más de 35.000 (16) empresas innovadoras o con innovaciones en curso o no exitosas, lo que significaba que el 22,67% del total de empresas españolas estaban involucradas de alguna manera en un proceso de innovación. Según rama de actividad, el 57,13% de las empresas aeronáuticas y el 49,52% de las empresas de la industria química eran empresas innovadoras. En el sector servicios, el 48,8% del total de empresas asumieron procesos de innovación, como igualmente lo hicieron el 44,72% del total de empresas dedicadas a actividades informáticas.

La Encuesta consideró "innovadoras" las siguientes actividades: 1) Investigación científica y desarrollo tecnológico realizado internamente, 2) Adquisición de I+D o I+D externa, 3) Adquisición de maquinaria y equipo, 4) Adquisición de conocimientos, 5) Formación, 6) Introducción de innovaciones en el mercado y 7) Diseño y otros preparativos para producción y/o distribución. La figura 9 muestra cómo la actividad más común en las empresas innovadoras fue la adquisición de maquinaria y equipo, y la menos acometida, la compra de I+D a proveedores externos.

FIGURA 9. Empresas innovadoras por actividad.

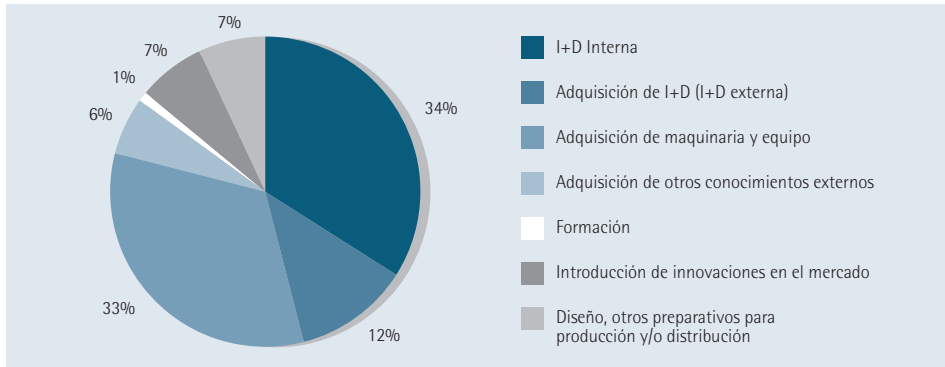


Fuentes: Fuente: INE. Encuesta sobre innovación tecnológica. Año 2002.

(16) Resultados provisionales. La "Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas" está dirigida a 26.015 empresas industriales, de construcción o servicios de 10 o más asalariados. Este estudio ha tenido periodicidad bianual, pero a partir de 2004 se pretende hacer cada año.

Por otra parte, la realización de I+D interna supuso la mayor parte del gasto acometido durante 2002; es decir, aunque sólo 5.526 empresas sobre el total de innovadoras invirtieron en esta actividad, el gasto que ésta representó fue significativo (*figura 10*), y sólo comparable al de adquisición de equipos (práctica, por otra parte, mucho más extendida). De la misma forma, el número de empresas que adquirieron I+D resultó relativamente bajo (3.198 empresas en 2002 según el INE), y sin embargo, el gasto que representó esta actividad alcanzó alrededor del 12% del total de gasto efectuado.

FIGURA 10. *Distribución del gasto en innovación que realizan las empresas por actividad.*



Fuente: INE. Encuesta sobre innovación tecnológica. Año 2002.

Indicadores de colaboración universidad-empresa en España

En el ámbito europeo (*tabla 3*), las grandes empresas son las que más colaboran con las universidades, siendo un 10% respecto del total de empresas innovadoras las empresas que señalaron a la universidad como fuente de información relevante para la innovación (última encuesta CIS (17)).

T3. PORCENTAJE DE EMPRESAS EUROPEAS CON ACTIVIDAD INNOVADORA QUE HAN CITADO LA FUENTE DE INFORMACIÓN RELEVANTE PARA LA INNOVACIÓN, 1998-2000

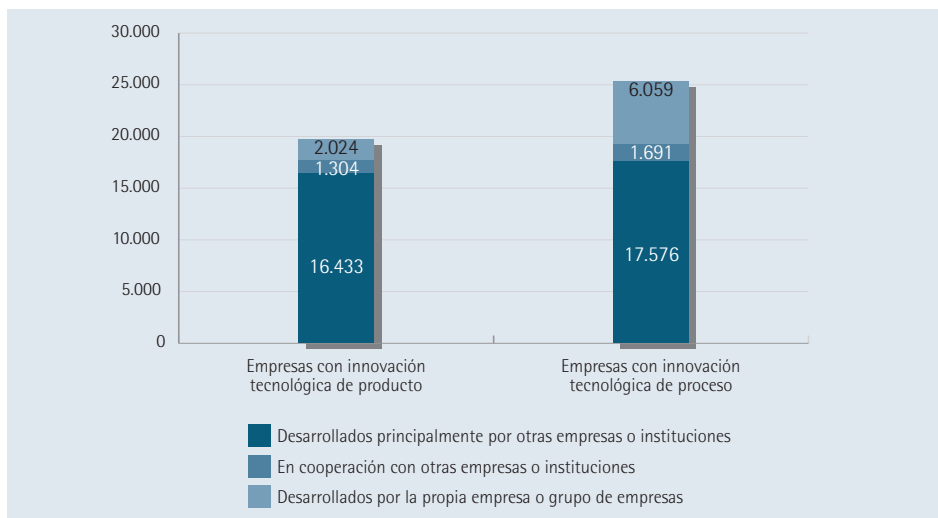
	Dentro de la empresa	Otras empresas del grupo	Proveedores	Clientes	Competidores y otras empresas del mismo sector	Universidades	OPIs	Conferencias, revistas etc.	Ferias y muestras
Pequeñas	34	6	19	26	11	4	2	11	16
Medianas	41	14	18	30	13	5	3	10	15
Grandes	70	31	29	47	21	10	6	16	17
Total	38	9	20	28	12	5	3	11	16

Fuente: Eurostat, NewCronos.

(17) La encuesta CIS (Community Innovation Survey) es el principal instrumento estadístico del que se sirve la UE para monitorizar la situación de los países miembros en lo relativo a innovación. La primera encuesta se realizó en 1992, y la última terminada, CIS3, es de 2001. En la actualidad se está efectuando la cuarta encuesta CIS.

En España, los valores están por debajo de los obtenidos en la media europea: el 7% de las grandes empresas, el 5% de las medianas y el 2% de las pequeñas consideraron que la universidad es proveedora interesante de conocimiento. Suecia es un país que destaca en este ámbito, el 10% de las grandes empresas, el 12% de las medianas empresas y el 5% de las pequeñas valoraron el apoyo de la universidad (COM, 2004).

FIGURA 11. *Porcentaje de innovaciones realizadas en función de la forma de desarrollo.*



Fuente: INE. Encuesta sobre innovación tecnológica. Año 2002.

En el contexto nacional (año 2002), del total del grupo de empresas innovadoras o con innovaciones en curso o no exitosas, 5.684 organizaciones (un 16% del total de empresas innovadoras) realizaron su innovación en colaboración con otros agentes. En la *figura 11* se refleja como la mayoría de las innovaciones formalizadas por el sector empresarial fueron llevadas a cabo endógamicamente, por la empresa innovadora o por el grupo al que pertenecían. El 16,6% de las empresas con innovación tecnológica de producto recurrieron a la cooperación para el desarrollo de su innovación. En el caso de las innovadoras en proceso, este porcentaje ascendió hasta 30,6%.

La cooperación se llevó a cabo principalmente con proveedores (un 43,0% del total), con universidades (un 29,0% del total) y con expertos y firmas consultoras (un 22,3% del total), aunque hubo otros agentes que también satisficieron las necesidades de las empresas (*tabla 4*).

El 19% de las empresas consideraron importante su colaboración con la Universidad (18), que fue el agente más valorado después de los proveedores. Éstos últimos condensan la mayor parte de la cooperación empresarial.

(18) INE, Encuesta de Innovación Tecnológica 1998-2000.

T4. EMPRESAS QUE HAN COOPERADO EN INNOVACIÓN EN EL PERÍODO 2000-2002

	Total	%
Empresas que han cooperado en innovación en el periodo 2000-2002	5.684	100,0
Con otras empresas de su mismo grupo	757	13,3
Con clientes	875	15,4
Con proveedores	2.446	43,0
Con competidores/empresas de su misma actividad	758	13,3
Con expertos y firmas consultoras	1.265	22,3
Con laboratorios comerciales/empresas de I+D	519	9,1
Con universidades	1.646	29,0
Con organismos públicos de I+D	779	13,7
Con centros tecnológicos	972	17,1
Una empresa puede cooperar con más de una unidad		

Fuente: INE, Encuesta de Innovación Tecnológica 2000-2002, resultados provisionales.

Con estos datos, se observa que el porcentaje de empresas que colaboran para la innovación con otros agentes sobre el total de empresas innovadoras, es relativamente pequeño. Sin embargo, y teniendo en cuenta la disparidad de actividades de innovación que se contemplan en las cifras estudiadas, entre las empresas innovadoras que buscan apoyo fuera de su organización, las universidades son un recurso moderadamente valorado y utilizado.

2. La transferencia de tecnología y la universidad española

2.1 Beneficios y barreras en la transferencia universidad-empresa

En la actualidad, las empresas son conscientes de que no pueden trabajar aisladamente. Los mercados son globales, la competencia es fuerte y la definición de las estrategias de renovación, mejora y creación de productos son fundamentales para el mantenimiento de sus ventajas competitivas. Además, la irrupción continua de nuevas tecnologías y la necesidad de salvar discontinuidades tecnológicas relevantes, hacen que el interés por colaborar en el desarrollo de nuevos productos y en la mejora o ampliación de procesos sea mayor.

Según algunos autores, la falta de I+D en el seno de la empresa, los recortes de presupuestos destinados a I+D o el cambio de la naturaleza de las prioridades de investigación, son motivos que favorecen la búsqueda de colaboración con la institución universitaria. En el pasado (décadas de los 70 y los 80) se incentivaban las iniciativas internas, pero dada la situación de los mercados, cada vez resulta más difícil recurrir a la apertura de nuevas líneas de investigación, o sobrefinanciar las ya existentes para dar solución a una necesidad (Lee, 2004; Santoro, 2000).

El fin de las colaboraciones universidad-empresa es, por tanto, variado: algunas empresas pueden encontrar en la universidad una fuente de conocimiento útil para solucionar problemas concretos o desarrollar una línea de investigación conjunta, o simplemente pueden desear mantener un contacto que les permita acceder a nuevas tecnologías. Los emprendedores, especialmente, pueden conseguir de la universidad una tecnología determinada que les permita iniciar un nuevo negocio en forma de *start-up* (19), mediante la adquisición o concesión de la propiedad intelectual de los resultados de la I+D universitaria.

Como en cualquier asociación, una de las claves del éxito de la colaboración es el interés que las partes tengan en ella, cuestión que implica la obtención mutua de beneficios. En la *tabla 5* aparecen algunas de las ventajas que empresa y universidad pueden extraer de la colaboración entre ambos.

A la hora de describir la forma en la que se lleva a cabo el proceso de transferencia de tecnología entre universidad y empresa, hay que tener en cuenta que éste es tan variado como lo son las entidades que lo llevan a cabo. La tipología del transferente y el transferido (Fernández de Lucio, 2000) determina la forma en la que realiza la transferencia tecnológica, por lo que el conocimiento de los actores permite enmarcar el proceso y facilita la comprensión del mismo.

T 5. VENTAJAS DE LA COLABORACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA

Ventajas universidad	Ventajas empresa
Oportunidad de obtener financiación adicional para sus actividades de investigación	Mejora en la calidad de los egresados ya que se han formado de acuerdo a las necesidades de la industria
Oportunidad de ofrecer experiencia práctica dentro de la industria a los estudiantes	Mejora de conocimiento técnico y de las capacidades internas de investigación
Acceso a la industria para investigación básica y aplicada	Acceso a las instalaciones físicas de la universidad y a los expertos
Acceso a mercados protegidos	Acceso a la investigación, los conocimientos y colección de datos de la universidad
Incentivo para la implementación de nueva tecnología	Acceso a formación
Mejora de la imagen social	Mejora de la imagen social
Creación de valor a través de los resultados de investigación	Expansión de la red de contactos externos de la empresa mediante el acceso a las redes universitarias y a las que interactúan con esta institución
Creación de spin-offs	Mejora de la calidad
Colaboración al desarrollo regional	Nuevos mercados y ahorro de costes
Obtención de patentes	Reducción del tiempo de producción
Identificación de problemas significativos e interesantes	Expansión de la investigación precompetitiva

Fuente: Lee (2004), BHEF (2001) y elaboración propia.

La capacidad de cooperación universidad-empresa queda condicionada por el perfil de la universidad: importancia que se da en la institución a la I+D, orientación científico-técnica de sus grupos de investigación (universidades dedicadas a la formación en disciplinas humanísticas

(19) *Start-up, empresa fundada para desarrollar o comercializar una invención desarrollada por una institución con personal ajeno a la misma.*

vs. universidades politécnicas o de áreas relacionadas con la biotecnología y la salud), concienciación de su misión como colaboradora al desarrollo económico de su entorno, conocimiento de las necesidades de éste, etc.

Por otra parte, factores como el tamaño (Santoro, 2002) y el sector de actividad empresarial son determinantes a la hora de que una organización se planteee establecer una relación con la universidad. Así, mientras que las grandes empresas suelen establecer relaciones a largo plazo, y buscan apoyo para desarrollar I+D en tecnologías que no definen sus competencias distintivas, las PYMEs suelen buscar una respuesta a muy corto plazo y enfocan la colaboración a subsanar sus requerimientos más inmediatos, nucleares o no (*tabla 6*).

T 6. EMPRESAS CON ACTIVIDAD INNOVADORA: PROPORCIÓN QUE CITA A LA UNIVERSIDAD COMO FUENTE IMPORTANTE DE INFORMACIÓN. DATOS DE ESPAÑA, 2000

	Total			Industria			Manufactura			Servicios		
	Pequeña	Mediana	Grande	Pequeña	Mediana	Grande	Pequeña	Mediana	Grande	Pequeña	Mediana	Grande
Universidades	2	5	7	2	5	8	2	5	7	2	4	4
Otros OPIs	4	6	8	4	6	9	4	6	8	4	4	6

Fuente: Eurostat, NewCronos (theme9/innovat/inn_cis3).

Es cierto que la colaboración universidad-empresa, relación que no parece natural cuando se conocen las diferencias de objetivos y de funcionamiento de ambas organizaciones, es un proceso no exento de obstáculos (*tabla 7*). Las diferencias culturales entre ambos tipos de organizaciones, la distancia entre las orientaciones temporales, la divergencia en el carácter mismo de los objetivos, complican el entendimiento entre ambas. Sabiéndose necesaria, sin embargo, las contrariedades están intentando ser superadas con políticas que quieren ser adecuadas, y con estructuras de apoyo como las oficinas de transferencia de tecnología u organismos gestores similares, dirigidos a impulsar un cambio de mentalidad y de cultura en las instituciones universitarias.

T 7. ALGUNAS BARRERAS EN LA COLABORACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA

Barreras universidad	Barreras empresa
Dificultades prácticas en la negociación y gestión de la colaboración	Conflictos de propiedad intelectual
Posible impacto en los objetivos universitarios, en la reputación y en la financiación de la universidad	Dificultad de comunicación con los investigadores
Desconocimiento de cómo operan las empresas	Falta de apoyo en la dirección a la colaboración con la universidad
Falta de reconocimiento institucional de la colaboración	Dificultad para integrar los resultados de la investigación en el desarrollo de productos/servicios
Falta de estructuras organizativas que faciliten la colaboración	Problemas de gestión: coste, tiempo, riesgo de perder el control sobre información propietaria
Conflictos de interés	Falta de confianza en los investigadores
Posible impacto en los estudiantes	

Fuente: BHEF (2001) y elaboración propia.

2.2 Modelos de transferencia de tecnología universidad-empresa

Hoy en día, las relaciones entre los diferentes agentes del Sistema Nacional de Innovación se representan mediante un modelo de triple hélice, inspirado en la doble hélice biológica de Watson-Crick, que quiere reflejar cómo las fuentes de innovación que han de establecer una red de relaciones a diferentes niveles, organizativos, locales, regionales, nacionales y multinacionales (Etzkowitz, 2000b; Etzkowitz, 2003).

En este entorno de "triple hélice", en el que están inmersas universidades y empresas, las relaciones entre las mismas pueden clasificarse, utilizando un criterio amplio, en "formales" e "informales" (COM, 2003b). Los mecanismos formales de relación (Cooke, 1995; Santoro, 2002) entre universidad e industria resultan ser sólo la punta de un iceberg en el que las interacciones personales tienen la supremacía. Según la OCDE (2002a), el conocimiento que se intercambia mediante las **redes informales** articuladas entre antiguos alumnos y sus universidades de origen representa una alta cuota, difícil de medir, del total de conocimiento intercambiado entre universidad y empresa.

No obstante, los mecanismos formales de colaboración universidad-empresa, los más cuantificables, están cobrando cada vez más importancia. Tradicionalmente, son dos las formas de difusión de conocimiento que se han considerado desde la universidad (Rubiralta, 2002). La primera se basa en el carácter universal de la ciencia y en la libre circulación de conocimiento (COM, 2004b). Engloba las **publicaciones** en revistas y comunicaciones científicas, y la participación en **congresos** y simposios. Este tipo de difusión no supone un retorno de la inversión directa que se realiza desde el Estado en las instituciones públicas de investigación. Tampoco representa beneficio económico alguno para los investigadores ni para las instituciones que los albergan, aunque tanto unos como otras ven medida su calidad en función de su producción científica. Solamente determinados entornos empresariales, muy avanzados tecnológicamente, son capaces de aprovechar el conocimiento abierto presente en las publicaciones científicas. Este modelo ("*open-science*") en el que las universidades retienen para ellas únicamente los derechos de cita, y dejan la innovación al sector industrial, prevaleció en Estados Unidos hasta la década de los 80, y aún es la perspectiva más asumida en Europa (EIRMA, 2004).

Otra manera de difundir los resultados de investigación es mediante "procesos restringidos". *Copyright*, **patentes**, **licencias**, protección mediante secreto, son algunas de las estrategias existentes para abordar la protección y explotación de la tecnología (Hidalgo, 2002). En este modelo, la universidad mantiene sus derechos de propiedad intelectual de forma profesional, y comercializa sus resultados utilizando la cesión de patentes y licencias. En EEUU, la transferencia de tecnología universidad-empresa rápidamente se asocia a la obtención de patentes o licencias, dada la notable cultura patentadora que existe en el país (BHEF, 2004). Sin embargo, las universidades europeas son, en general, poco proclives a asumir esta forma de transferir tecnología, por cuestiones de actitud, coste (se dice que en EEUU el coste de patentar es 5 veces inferior al europeo) y sistemas legales.

La colaboración Universidad-Empresa se efectúa también mediante **contratos de investigación** o **investigación cooperativa**, consultoría y redes, dentro de un marco interactivo que promueve la innovación. En la fórmula de investigación cooperativa universidad y empresa se asocian para

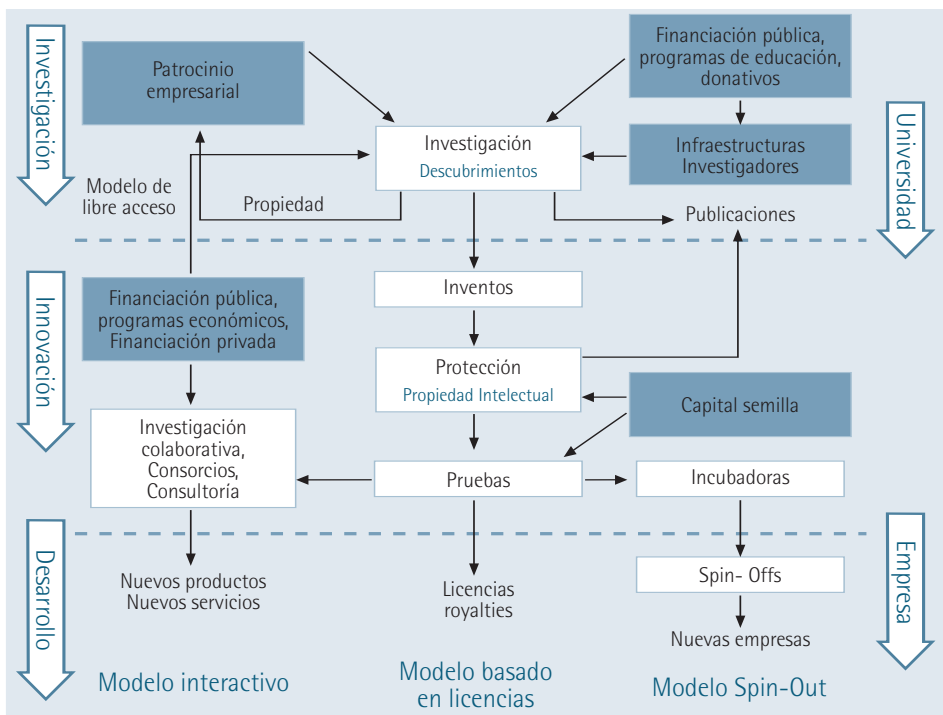
llevar a cabo investigación financiada parcial o totalmente con fondos públicos. Los contratos de investigación, en cambio, suelen estar financiados íntegramente por la empresa, bajo la fórmula de la consultoría o a través de acuerdos con un determinado grupo para resolver problemas industriales concretos.

En términos de propiedad intelectual, la investigación bajo contrato y la investigación cooperativa reciben tratamientos diferentes, pues en la primera los derechos de propiedad intelectual se han de negociar con la empresa o empresas participantes, mientras que en el segundo caso, éstos quedan en la universidad (COM, 2004b). Según el informe de EIRMA (2004), este modelo funciona bien en Europa, aunque aún podría hacerlo mejor.

En las últimas décadas, las políticas públicas tratan de incentivar la comercialización de resultados de investigación mediante la creación de nuevas empresas (*spin-offs* o *start-ups*). Para ello, muchas universidades han creado incubadoras (Phillips, 2002; Rogers, 2001; Etzkowitz, 2000a; Etzkowitz, 2003) que proporcionan los medios iniciales para el establecimiento de la empresa. Este modelo de transferencia de tecnología se construye sobre la explotación de la propiedad intelectual, y necesita que el investigador adopte un rol más activo que el que, por actividad, se le atribuye. La aceptación de esta estrategia de creación de empresas es creciente en Europa, pero el aumento de *spin-offs* es moderado solamente.

También la **movilidad del personal investigador**, que se lleva a cabo mediante intercambios temporales o permanentes se considera como acción de transferencia de conocimiento.

FIGURA 12. *Modelos de transferencia de tecnología.*



Fuente: Basado en EIRMA (2004).

Otro tipo de contactos que favorecen el flujo de conocimiento entre universidad y empresa son las **actividades de formación**, la colaboración empresarial en la definición de prioridades de los currícula universitarios, la participación en consorcios de investigación, la coautoría de artículos y la **contratación de alumnos**.

La **financiación** por parte de la empresa de investigación universitaria sin objetivo concreto es una práctica cada vez menos frecuente. Consiste básicamente en la cesión de equipamiento o aportación financiera no finalista a la universidad. Hoy en día, es más habitual que estas contribuciones estén ligadas a la realización de un proyecto específico, del que la empresa pueda posiblemente obtener algún beneficio.

La elección de un modelo de transferencia u otro depende, en gran medida, de las características del conocimiento del que se esté tratando. Por otra parte, también influye la viabilidad de la comercialización, los incentivos a la cooperación y las capacidades de asimilación de las partes implicadas (características de la empresa receptora).

En el entorno universitario, se valoran desigualmente las diferentes formas de transferencia de tecnología. Normalmente, desde la perspectiva de la universidad tradicional, el número de publicaciones científicas aceptadas por revistas de reconocido prestigio ha sido el indicador de excelencia investigadora. La Universidad, una institución históricamente enfocada a la docencia y a la investigación básica, tiene tendencia cultural a hacer aprecio poco significativo de la colaboración con las empresas, y menos a lanzarse ella misma (sus investigadores) a la creación de *spin-offs*. Según datos de una encuesta efectuada en Alemania (20) en el año 2000, las universidades técnicas adjudicaban el mismo valor a la investigación cooperativa que al número de publicaciones, quizás por su menor carácter de investigación básica y mayor dedicación a la aplicación de la tecnología. Las publicaciones fueron, de todas maneras, el canal más apreciado por universidades, organismos de investigación e institutos de investigación.

En los últimos años, muchos legisladores han argumentado la necesidad de aumentar la relación entre universidad e industria, dados los beneficios mutuos que parecen surgir de la misma. En algunos países como Reino Unido y Países Bajos se está perfilando un cambio con respecto a la forma de valorar la investigación efectuada en el sector público, en el que la aplicación industrial de los resultados de investigación puede pasar a ser un indicador más de producción científica (COM, 2004b).

2.3 Marco general de la transferencia de tecnología en España

En España, la incomunicación entre el sector empresarial y la universidad ha sido consecuencia de varias realidades, entre ellas la divergencia de objetivos entre ambos interlocutores, como en muchos otros países. La natural tendencia de la empresa a fijar objetivos a corto plazo, y su también idiosincrásica aspiración a recibir tecnologías probadas y con riesgo menor, se enfrenta

(20) Schmoch, U.; Licht, G.; Reinhard, M. (2000): *Wissens- und Technologietransfer in Deutschland*. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart. Citado en COM (2003b).

a las pretensiones universitarias, que se ubican en un entorno con horizontes temporales más amplios y con una preocupación preferente en muchas áreas hacia la investigación básica. Pero no sólo esta aparente diferencia de metas ha dificultado las relaciones universidad-empresa nacionales. En su día, también contribuyó a ello una legislación poco clara respecto a la colaboración, y fundamentalmente, el atraso en las estructuras económicas, productivas y universitarias del país.

La Constitución Española de 1978, en su artículo 44.2, recogió la función de los poderes públicos como promotores de la ciencia y la investigación científica en beneficio del interés general, y estableció en sus artículos 148.1 y 149.1 las competencias de las Comunidades Autónomas y del Estado al respecto. Sin embargo, hasta 1986, con la promulgación de la Ley de la Ciencia (21), no se creó el Plan Nacional de Investigación y Desarrollo (PN I+D). Este Plan se concibió como instrumento fundamental dirigido a la promoción y planificación de las actividades de I+D, que debía establecer los grandes objetivos en investigación científica y técnica para períodos plurianuales. En cuanto a la transferencia de tecnología se refiere, el Plan Nacional se ideó para que promoviera la necesaria comunicación entre centros de investigación y empresas, mediante la inclusión en los proyectos de investigación de previsiones relativas a relación interorganizacional y estableciendo actuaciones concertadas de las universidades y los centros públicos de investigación con las empresas (art. 5 de la Ley de la Ciencia).

Ley de la Ciencia. Artículo 5

1. El Plan Nacional contendrá previsiones para el fomento de la investigación científica y del desarrollo tecnológico en las Empresas, así como para la promoción de las Entidades que éstas constituyan a tal fin.
2. El Plan Nacional promoverá, en todo caso:
 - a) La necesaria comunicación entre los centros públicos y privados de investigación y las Empresas.
 - b) La inclusión en los proyectos y programas de investigación de previsiones relativas a la utilización de los resultados de la misma.
 - c) Actuaciones concertadas de las Universidades y los centros públicos de investigación con las Empresas.
3. A partir de la entrada en vigor de esta Ley, los Presupuestos Generales del Estado contendrán medidas de carácter financiero y fiscal que apoyen y favorezcan las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico en las empresas y entidades ya referidas en el número 1 de este artículo.

La Ley de la Ciencia instituyó, asimismo, la CICYT (Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología), heredera de la antigua CAICYT (Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica), con la misión de coordinar la I+D a nivel nacional. El Plan Nacional, desde el año 2000, pasó a denominarse PN de Investigación, Desarrollo e Innovación. El añadir el término "innovación" (intuitivamente ligado al de "desarrollo") a la denominación del Plan puntualizó la voluntad de mejorar el proceso de transformación de los resultados de investigación en elementos de competitividad empresarial.

(21) Ley 13/1986, de 14 de abril, de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica (BOE N° 93, de 18 de abril).

En cuanto a la legislación relativa a las universidades, no fue hasta la entrada en vigor de la Ley de Reforma Universitaria (LRU (22)) que éstas vieron regulada la capacidad de establecer convenios de colaboración con empresas, mediante el artículo 11 de dicha Ley. Hasta entonces, la I+D universitaria se había desarrollado prácticamente ajena al exterior. La LRU también abrió las puertas a la creación de las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRIs), que se impulsaron en 1988, por iniciativa y apoyo de la CICYT.

LRU. Artículo 11

Los Departamentos y los Institutos Universitarios, y su profesorado a través de los mismos, podrán contratar con entidades públicas y privadas, o con personas físicas, la realización de trabajos de carácter científico, técnico o artístico, así como el desarrollo de cursos de especialización. Los Estatutos de las Universidades establecerán el procedimiento para la autorización de dichos contratos y los criterios para la afectación de los bienes e ingresos obtenidos.

La Ley Orgánica de Universidades (23), vigente en el momento de redacción de este texto, recoge entre las funciones de la universidad *"la difusión, la valorización y la transferencia del conocimiento al servicio de la cultura, de la calidad de la vida, y del desarrollo económico"*. La colaboración con el sector privado y el establecimiento de mecanismos de transferencia se menciona en varios puntos de la Ley. En el artículo 83, heredero del artículo 11 de la LRU, se reitera la posibilidad de celebrar contratos con empresas por parte de los órganos de gestión de la I+D y de transferencia de resultados de investigación (24).

LOU. Artículo 83. Colaboración con otras entidades o personas físicas

1. Los grupos de investigación reconocidos por la Universidad, los Departamentos y los Institutos Universitarios de Investigación, y su profesorado a través de los mismos o de los órganos, centros, fundaciones o estructuras organizativas similares de la Universidad dedicados a la canalización de las iniciativas investigadoras del profesorado y a la transferencia de los resultados de la investigación, podrán celebrar contratos con personas, Universidades o entidades públicas y privadas para la realización de trabajos de carácter científico, técnico o artístico, así como para el desarrollo de enseñanzas de especialización o actividades específicas de formación.
2. Los Estatutos, en el marco de las normas básicas que dicte el Gobierno, establecerán los procedimientos de autorización de los trabajos y de celebración de los contratos previstos en el apartado anterior, así como los criterios para fijar el destino de los bienes y recursos que con ellos se obtengan.

El artículo 41 establece que la universidad realizará una investigación de excelencia para contribuir al avance del conocimiento, la innovación y la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos y la competitividad de las empresas. En el punto f de este artículo se contempla la

(22) Ley Orgánica 11/1983, de 25 de agosto, de Reforma Universitaria (BOE de 1 de septiembre).

(23) Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades (BOE de 24 de diciembre).

(24) Los estatutos de cada universidad, de acuerdo con unas normas básicas que definirá el gobierno, fijarán el procedimiento de autorización de los trabajos y contratos con empresas, y también el destino de los bienes y recursos que de ellos se obtengan (COTEC, 2003a).

posibilidad de creación de centros de I+D mixtos entre el sector universitario y la empresa. Además, en ese mismo artículo (punto g), la Ley resalta con especial interés la creación de empresas de base tecnológica como medio para valorizar los resultados de investigación (los problemas de incompatibilidad del profesorado para formar y participar en el accionariado de empresas relacionadas con su actividad académica se abordan en la Ley 53/1984 (25), art. 12.1.b). Menciona asimismo la generación de sistemas innovadores en la organización y la gestión de la transferencia de los resultados de investigación y de la captación de recursos para su desarrollo. La LOU no considera temas como los mecanismos de comercialización de la I+D pública (propiedad intelectual e industrial), y las acciones legales que permitirían a la Universidad participar en el capital social de una empresa, aspectos que están recogidos en otras legislaciones.

Los criterios de las Comunidades Autónomas (órganos que en la actualidad se hacen cargo de la financiación de las universidades) para conceder la financiación pública no competitiva (26) a las universidades están vinculados, esencialmente, al profesorado asociado a la universidad y al número de alumnos que cursan sus estudios en ella. De hecho, un alto porcentaje de la financiación se destina a sufragar los sueldos del personal funcionario y contratado. No se contempla, o se hace mínimamente en términos porcentuales, la posibilidad de concesión de fondos a las universidades por su excelencia científica, o por el número y los resultados de las colaboraciones con otras organizaciones, argumentando al respecto que existen otros medios para conseguir financiación destinada a actividades de I+D y de innovación tecnológica (Fondos de Investigación Competitivos).

2.3.1 Acciones nacionales de apoyo a la transferencia de tecnología

Las fuentes de ayuda que la Administración pone a disposición de empresas e investigadores para efectuar transferencia tecnológica no se enmarcan en una estructura aislada. Las acciones dirigidas a incentivar este tipo de actividad normalmente están embebidas dentro de líneas de acción más generales, que no sólo recogen financiación para transferencia sino también para innovación tecnológica.

Aunque el Plan Nacional ha incluido programas orientados a la transferencia y difusión de la ciencia y la tecnología, el peso de estas actividades es menor que el habitual en países de nuestro entorno (COTEC, 2004a), dada la fragmentación y falta de profesionalización de las mismas. Con el fin de revisar el enfoque que se le ha conferido en los últimos años a la actividad de transferencia de tecnología, se recogen a continuación las últimas iniciativas evaluadas (año 2002), con sus programas correspondientes. Como se verá, las posibilidades son muchas, y las empresas pueden recurrir al Plan Nacional o al CDTI (27) para gestionarlas, lo que en algunas

(25) Ley 53/1984, de 26 de diciembre, de Incompatibilidades del Personal al Servicio de las Administraciones Públicas (BOE del 4 de enero de 1985).

(26) Los fondos competitivos se orientan al desarrollo de los objetivos fijados en las políticas de fomento de las actividades de I+D y de innovación tecnológica de las administraciones públicas (Castro, 2002). Se presentan en el Boletín Oficial del Estado, en los Boletines de las diversas Comunidades Autónomas, o en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas, dependiendo de quién financie la convocatoria. A ellos tienen acceso todas las entidades, públicas o privadas, que cumplan los requisitos de la convocatoria, la cual se resuelve tras el proceso de evaluación correspondiente.

(27) Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial: <http://www.cdti.es>.

ocasiones causa confusión burocrática dada la diferencia de procedimiento que éstos siguen (COTEC, 2004a).

En el marco del Plan Nacional 2000-2003, se definió un "Programa nacional de apoyo a la innovación y a la transferencia de tecnología", para aprovechar los resultados alcanzados en las áreas científico-tecnológicas propuestas. Este programa estaba formado por varias actuaciones horizontales, recogían en 2002 el apoyo a centros tecnológicos, el impulso a la creación de nuevas empresas de base tecnológica, y el apoyo a las unidades de interfaz, además de una línea de financiación para la innovación.

Si se ahonda en el propósito de las acciones anteriores mostradas en la *tabla 8* (para no alargar demasiado este texto, no se explica aquí cada una de ellas), se puede observar que la frontera entre la financiación destinada a innovación y la que va a parar a acciones de transferencia tecnológica, es muy difusa. Muchas de las iniciativas implican colaboración de varios agentes y transferencia de tecnología entre los mismos. Datos detallados de cada una de ellas, y de sus resultados por Comunidades Autónomas, se pueden encontrar en la Memoria de Actividades de I+D+I 2002 (28) del antiguo Ministerio de Ciencia y Tecnología.

T 8. DISTRIBUCIÓN DE LAS AYUDAS DEL PROGRAMA NACIONAL DE APOYO A LA INNOVACIÓN Y A LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA, GESTIONADAS POR LA DG DE INVESTIGACIÓN, DG DE POLÍTICA TECNOLÓGICA, DG DE SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN Y CDTI

	2001				2002			
	Nº Ayudas	Subvención	Anticipo	Créditos CDTI	Nº Ayudas	Subvención	Anticipo	Créditos CDTI
Proyectos de innovación tecnológica (CDTI)	36			20.289,0	40			22.081,4
Iniciativa NEOTEC (CDTI)					31			8.583,1
Apoyo a centros tecnológicos (PROFIT, proyectos y equipamiento)	176	8.333,6	7.831,8		156	8.221,1	6.362,0	
Ayuda a OTRIs	20	5.942,2			21	1.744,2		
PETRI (proyectos)	27	1.558,4			51	4.150,1		
Proyectos de cooperación P4 (Proyectos de I+D en cooperación entre centros públicos, tecnológicos y empresas)	221	42.781,8						
Total	480	58.616,1	7.831,8	20.289,0	309	14.115,4	6.362,0	30.664,5

Fuente: MICYT (2002b), COTEC (2003a).

NOTA: En 2002 desapareció la convocatoria de proyectos P4, con la consiguiente reducción de la subvención total concedida.

El actual Plan Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación, aprobado en noviembre de 2003 para el período 2004-2007, pretende aumentar la contribución española a la ciencia, y por otra parte, mejorar la competitividad de las empresas españolas, a la vez que se incrementa la presencia de la ciencia y la tecnología en la formulación de políticas de interés para el ciudadano.

Especial mención hace el PN I+D+I a la necesidad de facilitar el acceso de las empresas, especialmente de las PYMEs (el 51,9% de las empresas españolas no emplea ningún asalariado, y un 27% del total tienen entre uno y dos (29)) a resultados de investigación de calidad, y también a la importancia de su participación en el proceso investigador. Las pequeñas y medianas empresas tienen mayor dificultad para acceder a conocimiento técnico que le permita innovar por factores de diversa índole. En la mayor parte de las PYMEs en general, y en las de sectores tradicionales en particular, la innovación es una actividad anecdótica, dada la limitación de recursos y la mentalidad empresarial poco proclive al cambio. Además, las innovaciones en este tipo de empresas tienden a ser incrementales, no radicales, por lo que las fuentes para conseguir el conocimiento buscado no suelen ser las universidades o centros públicos de investigación.

En lo referente a la transferencia de tecnología, las directrices más explícitas están recogidas en los objetivos estratégicos relacionados con la competitividad empresarial. Una vez más, no existe una acción concreta vinculada a la transferencia tecnológica, sino que se hace mención de ella en distintos objetivos estratégicos. Es el área horizontal de apoyo a la competitividad empresarial la que recoge conceptos como la difusión, transferencia y absorción de tecnología, para mejorar la interrelación entre los sectores público y privado, incluyendo también las actividades de industrialización de prototipos, el fomento de la creación de nuevas empresas de base tecnológica y el apoyo a centros tecnológicos. Todas estas actuaciones se canalizan a través del "Programa Nacional de Apoyo a la Competitividad Empresarial", directamente vinculado con la transferencia tecnológica en general. Las actuaciones que contempla son:

- Creación y fomento de NEBT, con actuaciones de capital riesgo.
- Apoyo a la creación y funcionamiento de unidades de interfaz, con ayudas para la incorporación de recursos humanos cualificados.
- Apoyo a la homologación y certificación de actividades de I+D en las empresas.
- Apoyo a la gestión y realización de patentes.
- Apoyo a la creación de unidades de I+D+I en el sistema privado.
- Apoyo a la creación de la cultura de la innovación.

En el área horizontal de recursos humanos, relacionadas con la transferencia de tecnología, se incluyen ayudas para la contratación de personal investigador y técnico; en concreto, la posibilidad de contratación de doctores y tecnólogos en empresas y centros tecnológicos.

En muchas de las modalidades de proyectos (30) de I+D+I pueden participar empresas y OPIs o universidades. De esta forma, los proyectos en cooperación son los que recogen la participación

(29) INE. Directorio Central de Empresas (DIRCE) a 1 de enero de 2003.

(30) Según modalidades, el PN define proyectos de investigación, de desarrollo tecnológico o de innovación tecnológica. Según participantes, proyectos individuales, en cooperación, coordinados o redes. Pp. 82 PN.

de equipos de investigación pertenecientes a distintos agentes ejecutores, por lo que este tipo de instrumentos puede fomentar la interacción universidad-empresa.

Para terminar, el PN I+D+I contempla una serie de instrumentos financieros (subvenciones, créditos condicionados y reembolsables, subsidiariedad de tipos de interés, subvención nominativa en los PGE...) e incentivos fiscales, cuyo propósito es estimular económicamente las actuaciones en cooperación entre la empresa y el conjunto de los agentes ejecutores, entre los que se encuentra la Universidad.

2.3.2 Los planes de I+D+I en las Comunidades Autónomas

Ya la Ley de la Ciencia, en su artículo 12, señaló la importancia de coordinar las actividades de I+D entre CCAA, y entre éstas y la Administración del Estado. Para ello creó el Consejo General de la Ciencia y la Tecnología (órgano en el que la representación de la Administración del Estado tiene atribuido un número de votos igual al de la representación de las Comunidades Autónomas), cuyas funciones define también en el texto de la Ley.

El actual Plan Nacional de I+D+I expresa su voluntad de colaboración con su sexto objetivo estratégico "*Reforzar la cooperación entre la AGE y las CCAA y, en particular, mejorar la coordinación del PN y los planes de I+D+I de las CCAA*". Para ello, establece unas áreas prioritarias de cooperación, entre las que se encuentran la creación y potenciación de centros de competencia, la cofinanciación de convocatorias específicas del PN, la creación de infraestructura científico-técnica, el despliegue de RedIris, la participación internacional conjunta, y el fomento de la cultura científica y tecnológica (V PN I+D+I).

Los diferentes Estatutos de Autonomía de las Comunidades Autónomas establecen las competencias de los Gobiernos regionales en cuanto a investigación científica y desarrollo tecnológico, mediante los cuales las CCAA han ido desarrollando sus sistemas regionales de ciencia-tecnología-empresa, tan importantes para el desarrollo económico. Las actuaciones que la administración regional puede proponer se encuentran limitadas por el juego de competencias que establece el ordenamiento jurídico entre las propias de la Administración del Estado, las de la Unión Europea, las de las universidades y las que ella misma tiene atribuidas, sin olvidar aquellas que potencialmente pudieran desarrollar las administraciones locales.

Dentro de esas competencias, la mayoría de las CCAA han aprobado leyes relativas a la Ciencia y la Tecnología, que han creado órganos competentes de planificación y control. Asimismo, casi todas poseen un documento (plan regional) que establece los objetivos, las estrategias y los instrumentos de los que se sirven para fomentar la I+D+I, y la transferencia de tecnología. En los últimos años, los planes regionales han contribuido de forma fundamental a la innovación en unos tejidos empresariales formados básicamente por PYMES.

Dependiendo de la CCAA, los planes de I+D y los de innovación están redactados de forma separada o integrados en uno único, como se puede observar en la [tabla 9](#).

T9. ÚLTIMOS PLANES DE I+D+I DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

	PLANES
ANDALUCÍA (*)	III Plan Andaluz de Investigación 2000-2003
	Plan Director de Innovación y Desarrollo Tecnológico 2001-2003
ARAGÓN	Primer Plan Autonómico de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Conocimientos de Aragón (2002-2004)
ASTURIAS	Plan de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación 2001-2004
ISLAS BALEARES	I Plan de Investigación y Desarrollo Tecnológico de las Islas Baleares 2001-2004
CANARIAS	Plan Estratégico de Innovación 2000-2006
CANTABRIA	Plan Estratégico de Desarrollo Tecnológico de Cantabria 2002-2006
	Plan de Innovación de Cantabria 2002
CASTILLA Y LEÓN	Estrategia regional de I+D+I 2002-2006
CASTILLA-LA MANCHA	I Plan Regional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico 2000-2003
	I Plan Regional de Innovación de Castilla-La Mancha 2000-2003
CATALUÑA (*)	III Plan de Investigación de Cataluña 2000-2004
	I Plan de Innovación de Cataluña 2001-2004
COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA	II Plan Tecnológico de Navarra 2004-2007
COMUNIDAD DE MADRID (*)	IV Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid 2005-2008
COMUNIDAD VALENCIANA (*)	Plan Valenciano de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación, 2000-2006
EXTREMADURA	II Plan Regional de Investigación y Desarrollo Tecnológico e Innovación 2001 - 2004
GALICIA	Plan Gallego de Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2002-2005
LA RIOJA	Plan Riojano de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación 2003-2007
MURCIA	Plan de Ciencia y Tecnología 2003-2006 Región de Murcia
PAÍS VASCO (*)	Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación 2001-2004

Fuente: COTEC (2004a) y elaboración propia.

(*) En COTEC (2003a) se puede encontrar una descripción de los sistemas regionales C-T-E de éstas CC.AA.

A título de ejemplo, en la Comunidad de Madrid, la Ley de Fomento de la Investigación Científica y la Innovación Tecnológica sirve de marco para el desarrollo del IV Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica (PRICIT) (31). El IV PRICIT pretende promover la creación de capacidades tecnológicas, científicas e innovadoras encaminadas a generar conocimiento y a buscar su transformación en riqueza y bienestar, al mismo tiempo que impulsa la democratización de la ciencia y la tecnología.

Para ello, el Plan cuenta con programas dirigidos a fomentar la creación de capital humano, el fortalecimiento de los grupos de investigación, la dotación de infraestructuras de interés regional, la cooperación y la I+D empresarial, la cooperación interregional e internacional, el acercamiento de la ciencia a la sociedad, el seguimiento y evaluación del propio Plan y la realización de propuestas de carácter institucional con una perspectiva de largo plazo. En el

(31) Web de Madri+d: <http://www.madrimasd.org>.

próximo cuatrienio, el IV PRICIT dispone de 240 millones de euros del presupuesto público, un 63% más que el III Plan.

Con el fin de facilitar la transferencia de conocimiento, en el marco del PRICIT se ha configurado el Sistema Regional de Innovación *madri+d*, red de trabajo que agrupa a unas 40 instituciones públicas y privadas de investigación y asociaciones empresariales. *Madri+d* cubre aspectos esenciales de comunicación entre el sector productor de conocimiento y el sector industrial con el objetivo de mejorar la competitividad de la región, y se proyecta internacionalmente mediante una activa participación en proyectos europeos. La Fundación para el Conocimiento *madri+d*, creada en 2002, completa el marco institucional, ocupándose de la coordinación y ejecución de buena parte de estas actividades.

2.3.3 Las iniciativas europeas relacionadas con la transferencia de tecnología

La actual política de I+D+I de la Unión Europea está enfocada al apoyo de la investigación tecnológica aplicada de carácter industrial, con un presupuesto asignado que asciende al 4,1% del presupuesto de la UE (2002). La gestión de los recursos de I+D se lleva a cabo a través de la Dirección General de Investigación, mientras que los destinados a innovación se administran también mediante la Dirección General de Empresa.

La creación del Espacio Europeo de Investigación (32) (*European Research Area*, ERA) quiere contribuir a la dinamización de la economía del conocimiento en la UE. El principal instrumento del que se dispone en la actualidad para conformar el ERA son los Programas Marco de I+D (en la actualidad, vigente el VI Programa Marco 2002-2006). Aunque la transformación de la investigación y la tecnología en nuevos productos y servicios queda fuera de los propósitos generales del Programa Marco (PM), al igual que la investigación básica (COTEC, 2004b), la Unión Europea y sus Estados Asociados pretenden mediante este Programa fomentar y apoyar la I+D en cooperación entre empresas e instituciones de investigación. Desde este punto de vista, el PM es un contexto favorable a la relación entre universidad y empresa. El Programa dispone de numerosos instrumentos (Proyectos Específicos de Investigación e Innovación Focalizada, Proyectos Integrados, Redes de Excelencia...) para los que se abren convocatorias a las que pueden concurrir tanto las instituciones universitarias como las empresas de cualquier tamaño (además de centros públicos de investigación, organizaciones con competencias en gestión, diseminación y transferencia de tecnología y usuarios potenciales), bajo diferentes fórmulas. Queda fuera de los objetivos de esta contribución hacer un análisis exhaustivo de los instrumentos del VIPM, pero es fundamental tener en cuenta que la colaboración entre universidad y empresa en este contexto es habitual, y por tanto, también lo es la transferencia de tecnología (33).

Por otra parte, los objetivos del modelo de innovación europea (*European Innovation Area*) se centran en definir el apoyo de la investigación empresarial, la búsqueda de modelos efectivos de

(32) *Propuesto formalmente por la Comisión Europea en enero de 2000*
(<http://www.cordis.lu/fp6/stepbystep/era.htm>).

(33) *Son muchos los sitios web que ofrecen información sobre el VIPM. El principal es el de la Comisión Europea*
(<http://www.cordis.lu>). *Se puede encontrar un resumen interesante en el sitio de Europa I+D de la CRUE*
(<http://idcrue.dit.upm.es/>), *donde también es posible acceder al estudio de Participación de las Universidades Españolas en el VPM (2002).*

financiación de la innovación, y la ayuda para fomentar la innovación en la pequeña y mediana empresa. Se trata, por tanto de encontrar estrategias para aumentar los niveles de competitividad de los países europeos. Este proceso pasa por agilizar las relaciones entre los productores de conocimiento, y aquellos que lo trasladan al mercado. Entre las nuevas prioridades que van apareciendo, se encuentran tres que afectan directamente a la universidad (COM, 2002b): cooperación entre centros de investigación, universidades y empresas, creación de estructuras de interfase entre el sector público y privado y creación de nuevas empresas innovadoras de base tecnológica (también procedentes del sector público).

La Dirección General de Empresa de la Comisión Europea financia asimismo varios instrumentos (total o parcialmente) que de alguna manera están relacionadas con la transferencia tecnológica. He aquí algunos de ellos:

- *Centros de enlace*

Los Centros de Enlace para la Innovación (*Innovation Relay Centres, IRC*) forman, desde 1995, una red de más de 200 oficinas regionales especializadas en la transferencia de tecnología, distribuidas por toda Europa. Estos Centros, albergados normalmente por organizaciones públicas (centros tecnológicos universitarios, cámaras de comercio, agencias de desarrollo regional, agencias nacionales de innovación...) gestionan cada vez más ofertas y demandas tecnológicas de empresas y centros de investigación, con el fin de crear un mercado común tecnológico europeo, que satisfaga en la medida de lo posible las necesidades de carácter tecnológico en las empresas europeas. La iniciativa toma muy en cuenta a la pequeña y mediana empresa, tan importante en el tejido industrial europeo, y trata de ayudarla a acceder a este mercado para ofrecer sus desarrollos tecnológicos o para encontrar en él las soluciones que necesitan para ser más competitivas.

Entre los siete existentes en España, el Centro de Enlace de Madrid (Madrid IRC), coordinado por la Fundación *madri+d* y que cuenta entre sus seis miembros representación de universidades, centros de investigación y asociaciones empresariales, da cobertura a los investigadores y empresas en la comercialización de conocimiento generado en la región y en la búsqueda de soluciones tecnológicas.

- *Iniciativa Gate2Growth* (34)

Es parte del Programa Innovación/PYMEs de la Comisión Europea, el cual intenta fomentar la innovación en la pequeña y mediana empresa asignando recursos para esta actividad y herramientas para gestionar mejor el conocimiento. El objetivo principal de esta iniciativa es apoyar a los emprendedores innovadores. Para ello, se conforman un conjunto de redes que tratan de comunicar oferta y demanda en diferentes ámbitos:

- *I-TecNet*. Red pan-Europea de inversores en capital en nueva tecnología.
- *Gate2Growth Incubator Forum*. Red pan-europea de gestores de incubadoras tecnológicas ligadas o no a institutos de investigación y universidades.
- *Proton Europe*. Red pan-europea de oficinas de transferencia de tecnología ligadas a organismos públicos de investigación y universidades.

(34) http://www.gate2growth.com/g2g/g2g_welcome.asp.

- *Gate2Growth Finance Academia*. Red pan-europea que trata de fomentar la cultura emprendedora en las universidades y centros públicos de investigación.

La Fundación madri+d representa al sistema regional de la Comunidad de Madrid en esta iniciativa.

- *Mercado virtual*

Este mercado virtual (35) es un servicio en línea gratuito que pretende recopilar todos los resultados de investigación y desarrollo tecnológico, y oportunidades de negocio innovadoras en el ámbito de las tecnologías emergentes. El Mercado tecnológico incluye todos los resultados aprovechables de investigación (almacenados en el servicio "Resultados"), una exposición de los mejores resultados presentados como ofertas tecnológicas e información complementaria sobre la innovación: actualidad, manifestaciones, enlaces interesantes, apoyo local, etc.

- *Iniciativa PAXIS (Pilot Action of Excellence for Innovative Start-ups (36))*

Se trata de una acción piloto, iniciada en 1999 bajo el 5º Programa Marco, que se prolonga en la actualidad y que pretende promocionar la creación de nuevas empresas mediante diferentes proyectos y redes temáticas. Por ejemplo, el proyecto Globalstart tiene por meta crear y validar una metodología uniforme para creación de spin-offs universitarias, que facilite la cooperación y comunicación transnacional. Dos áreas innovadoras españolas participan en la Iniciativa PAXIS, la Comunidad de Madrid a través de la red europea SPRING (*Speed-up of Regional Innovation and Economic Growth*) y Barcelona, a través de la red temática PANEL (Providing Access to Networking of Entrepreneurial Links).

- *Incubadoras*

El servicio, una base de datos de incubadoras, proporciona acceso directo a más de 700 incubadoras de empresas en Europa e incluye direcciones, personas de contacto, actividades principales y enlaces a servicios web locales.

2.4 Oficinas de Transferencia de Tecnología

Las universidades son instituciones complejas, que pueden resultar inmanejables para las empresas. Sobre todo si éstas son de pequeño tamaño, el hecho de no encontrar una vía de entrada institucionalizada puede disuadirlas de su propósito de colaboración. En Reino Unido, por ejemplo, el 80% de las universidades dispone de un servicio de consulta destinado a las PYMEs, y muchas regiones están agrupando las competencias y servicios provistos por sus universidades en portales web que tratan de hacer más accesible el conocimiento universitario a las empresas (Lambert, 2003).

Dada la variabilidad de las relaciones ciencia-empresa, no hay una única aproximación a la transferencia de tecnología, ya que la estrategia es muy dependiente del entorno y también de las características del organismo público de investigación o universidad. En cualquier caso, el incremento de la interacción entre universidad y empresa pasa porque la universidad se ocupe

(35) <http://www.cordis.lu/marketplace/es/>.

(36) <http://www.cordis.lu/paxis>.

de gestionar sus resultados de investigación correctamente, para así facilitar a la industria el acceso a los mismos, haciéndole saber que existen y dónde es posible encontrarlos. Con este fin, las universidades han creado oficinas de transferencia de tecnología, estructuras organizativas cuyo propósito último es la gestión de las relaciones con la industria.

La OCDE define las oficinas de transferencia de tecnología como *“organizaciones o partes de una organización que ayudan al personal de las instituciones públicas de investigación en la identificación y gestión de los activos intelectuales de la organización, incluyendo la protección intelectual y la transferencia o derechos de licencia a terceros para mejorar las perspectivas del estudio de futuros desarrollos”*. Las oficinas de transferencia llevan a cabo funciones para apoyar la comercialización de la investigación de un organismo público. Aparte de encargarse de la gestión de la propiedad intelectual e industrial, y de la gestión de contratos, la oficina de transferencia de tecnología elabora la oferta tecnológica de la organización representada, con el fin de realizar una difusión activa y acercarla a los posibles receptores.

La institucionalización de las estructuras de transferencia se ha producido en parte porque, durante la pasada década, las universidades y los centros públicos de investigación tomaron conciencia de la importancia de la gestión de sus derechos de propiedad intelectual. Por ello, las oficinas de transferencia de tecnología son en general estructuras de reciente creación. En Japón, cerca del 90% fueron abiertas después de 1990, e incluso en EEUU, su edad media es de 12 años. En cuanto a personal, la media de empleados es de cinco profesionales a tiempo completo o equivalente. Los servicios principales de las oficinas de transferencia son: gestión de la propiedad intelectual (asesoría, elaboración y seguimiento de patentes, diseños industriales, copyrights, marcas registradas y licencias), provisión de infraestructuras y fondos para la creación de *spin-offs* (37) y gestión de contratos de investigación. En el entorno europeo, sus áreas de trabajo resultan ser, principalmente, las tecnologías de la información y las comunicaciones (36% de las organizaciones de transferencia desarrollan actividades en esta área), la biología (33%) y las ciencias físicas (30%) (OCDE, 2003).

Según datos de la encuesta ITTE (COM, 2004c), la organización de transferencia de tecnología más común toma la forma de unidad interna al organismo público de investigación o universidad que representa (el 53% de las interfaces de transferencia en la UE son de este tipo). Si se diferencian centros públicos de investigación y universidades, aproximadamente el 80% de las Instituciones de Educación Superior (38) disponen de una interfaz de transferencia embebida en la organización, contra el 60% de los OPIs. Las organizaciones subsidiarias con misión de transferencia de tecnología son el 14,4% en el caso de las Instituciones de Educación Superior.

En España, las Oficinas de Transferencia de Tecnología más importantes son las OTRIs. Éstas actúan de estructuras de intermediación en el sistema ciencia-tecnología-empresa, y su objetivo es facilitar y fomentar la cooperación en cuestiones de I+D entre investigadores del sector público y las empresas, en el ámbito nacional y europeo. Surgen a finales de 1988, por iniciativa y apoyo de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), como mecanismo para

(37) *Nuevas empresas fundadas por miembros del organismo público de investigación o universidad, para comercializar un resultado de investigación conseguido dentro de la organización.*

(38) *Higher Education Institutions, entre las que figuran las Universidades.*

propiciar la transferencia de conocimientos entre los centros de investigación y las empresas, y promover una mayor articulación del Sistema Nacional de Innovación. Sus documentos fundacionales se establecen en 1989.

Se les otorga carácter oficial en 1996 (Orden de 16 de febrero de 1996, publicada en el B.O.E. de 23 de febrero), con la creación de un Registro Oficial de OTRI en la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología. En esta orden se explica que el fin del Registro de OTRIs es ordenar las oficinas ya creadas para que resulte posible un tratamiento homologado de las mismas en cuanto a su relación con las actividades de los Planes Nacionales de I+D+I.

Las OTRIs universitarias se han estructurado, por su parte, dentro de la Red de Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación de las Universidades Españolas (Red OTRI (39)), constituida el 17 de marzo de 1997 por la Asamblea General de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE). Su finalidad es dinamizar y propiciar la orientación de las actividades de I+D universitarias hacia la convergencia y complementariedad con los intereses tecnológicos del entorno social y económico, al tiempo que valorizar y difundir el papel de las universidades como elementos esenciales dentro del Sistema Nacional de Innovación. La Red OTRI está constituida en Grupo de Trabajo Permanente dentro de la sectorial I+D de la CRUE. En la actualidad, la Red OTRI cuenta con más de 170 oficinas (40). Existe una OTRI en cada universidad y organismo público de investigación, y también en las fundaciones universidad-empresa y en muchos centros tecnológicos.

El estudio de Cotec "Nuevos mecanismos de transferencia de tecnología" recoge la evolución de los objetivos de las OTRIs, divididos en dos períodos temporales. Durante casi una década (de 1988 a 1997), las OTRIs tuvieron entre sus principales propósitos:

- Fomento de la participación en proyectos de I+D.
- Identificación de los resultados de la I+D y evaluación de su potencial transferencia (OFERTA).
- Estudio de las necesidades de los sectores productivos regionales (DEMANDA).
- Gestión de contratos de investigación, y servicios de asesoría.
- Gestión de la propiedad intelectual y las patentes.
- Gestión de los proyectos europeos.

A partir de 1998, a estos objetivos primeros se les añadieron tres más, en concordancia con las nuevas tendencias dentro del Sistema Nacional de Innovación:

- Dinamización de la cultura emprendedora.
- Impulso a los centros de apoyo a la creación de empresas de base tecnológica.
- Intermediación mediante capital-riesgo o capital semilla.

(39) <http://www.redotriuniversidades.net>.

(40) Antigua Ministerio de Ciencia y Tecnología <http://www.mcyt.es>, suprimido en virtud del RD 553/2004, de 17 de abril.

En el ejercicio 2002 (RedOTRI, 2003), la actividad de la Red OTRI de Universidades se perfila con los siguientes datos:

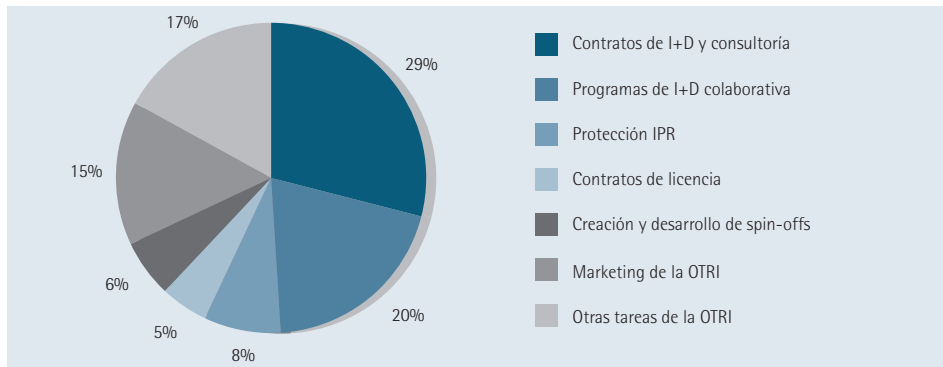
T 10. INDICADORES DE ACTIVIDAD DE LA REDOTRI, AÑO 2002

Cifra total de recursos captados (Meuro)	517
Volumen de contratación(Meuro)	252
Ayudas competitivas (Meuro)	265
Número de patentes solicitadas	314
Número de empresas creadas	201
Número de spin-offs o start-ups creadas	65
Número de personas trabajando en OTRIs	471

Fuente: RedOTRI (2003).

Y la distribución de sus recursos humanos muestra la intensidad de cada una de sus actividades:

FIGURA 13. *Ocupación del personal de las OTRIs españolas.*



Fuente: RedOTRI (2003).

Existe muy poca información sobre qué tipo de características han de tener las oficinas de transferencia de tecnología para producir un aumento de beneficios. En primer lugar, la plantilla encargada de este tipo de estructuras ha de contar en su equipo con buenos gestores con experiencia en la industria, puesto que no hay que olvidar que la actividad de transferencia no es meramente de administración. Para ser una fuente real de motivación y ayuda a los investigadores que quieren encontrar socios privados interesados en sus mismos temas de investigación, las oficinas de transferencia han de dominar no sólo la cultura investigadora, sino las áreas individuales de investigación, y también las de las potenciales empresas colaboradoras. Además, han de realizar un marketing efectivo de las fortalezas de la universidad, para captar nuevos socios. La gestión de la propiedad intelectual requiere conocimientos jurídicos específicos; los procesos de negociación de licencias han de llevarse a cabo conjugando el conocimiento del mercado con el tecnológico, y el marketing con la capacidad de llegar a acuerdos. Por otra parte, la creación efectiva de *spin-outs* necesita verse apoyada por expertos en formación de empresas, capaces de establecer enlaces con centros de formación, con sociedades de capital riesgo, etc.

Es cierto que son muchas habilidades que han de condensarse en un grupo pequeño de personas para que una oficina de transferencia de tecnología desempeñe el papel que en un primer momento se le presupone, por lo que parece comprensible que las universidades tengan dificultades en formar grupos eficaces. Una gran parte de las oficinas de transferencia de tecnología son consideradas hoy en día como centros de gestión, que los investigadores parecen reticentes a utilizar. Por su parte, las empresas, en su gran mayoría, aún las desconocen.

3. Instrumentos de transferencia de tecnología Universidad-Empresa

Las estructuras de intermediación, y la institución universitaria en su conjunto, se sirven de instrumentos especiales que hacen operativo el concepto de transferencia de resultados de investigación. En este apartado se recogen algunos datos y reflexiones sobre la utilización de los diferentes tipos de instrumentos en España.

3.1 Convenios y contratos

Para solucionar una necesidad concreta de investigación difícilmente asumible por una estructura empresarial determinada, bien por falta de recursos o de instalaciones, muchas organizaciones deciden establecer contratos de colaboración con universidades o centros públicos de investigación.

Los acuerdos de I+D concretan (COTEC, 2003b):

- La financiación y la aportación de cada parte.
- La comunicación recíproca de los conocimientos.
- La previsión de la protección de la tecnología que se obtenga como resultado de trabajos conjuntos.
- El compromiso de rectificación en cualquier momento si lo desean las partes.

Los contratos son el instrumento más utilizado en la universidad española para transferir resultados de investigación. Según la encuesta ITTE de la Comisión Europea, el 62% de las instituciones de transferencia europeas identificadas afirman servir de enlace para la gestión de contratos de investigación. Ésta pasa a ser la actividad más relevante en las estructuras de transferencia de tecnología embebidas en las universidades y organismos de investigación, como es el caso de las OTRIs. Del total de instituciones "tipo OTRI" (el 57% sobre todos los tipos de instituciones de transferencia), la actividad de gestión de contratos es un servicio proporcionado por el 80%. En España, según datos de esta misma encuesta, el 81,6% de las instituciones de transferencia reconocen esta actividad como propia.

A nivel nacional, existen varios tipos de contratos, de servicios, asesoramiento e investigación, que son gestionados por las OTRIs universitarias. En el caso de acciones de I+D+I suscritas con empresas u otro tipo de entidades, es necesario negociar y reflejar adecuadamente a quién corresponde la titularidad de los resultados de la investigación.

En la *tabla 11* se muestran unos datos extraídos de los Informes Anuales de la Red OTRI de Universidades, relacionados con el número de contratos que estas entidades han gestionado en los últimos años y la facturación percibida por ellos. Hay que señalar que no todos los contratos universidad-empresa se realizan a través de las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación. De hecho, en algunas universidades, una buena parte de ellos se formalizan mediante otras vías, como fundaciones. Dependiendo de la universidad (para los años contemplados), la actividad de estos órganos está o no integrada en los valores recogidos por la Red OTRI. En cualquier caso, los datos disponibles presentan cómo la colaboración universidad-empresa ha experimentado un crecimiento sostenido en los últimos años, habiendo aumentado el número de contratos, en 2002, un 8% con respecto al año anterior, y un 15% los ingresos atribuidos a esta actividad.

**T 11. INGRESOS Y ACCIONES CONTRATADAS
A TRAVÉS DE LAS OTRIS PERTENECIENTES A LA RED OTRI**

	2000	2001	2002
Ingresos gestionados (millones de euros)	358	482	517
Facturación con empresas (millones de euros)	124	218	252
Porcentaje de facturación con empresas sobre el total	35%	45%	49%
Ayudas competitivas (millones de euros)	234	264	265
Acciones contratadas con empresas o Administración	16.102	16.500	17.850

Fuente: RedOTRI (2001, 2002, 2003).

De los proyectos de colaboración gestionados por las OTRIs, la mayor parte fueron para las empresas. En 2001 (41), esta colaboración representó alrededor del 61% de las acciones contratadas, y supuso el 67% de la facturación total por dichas acciones (36% empresas de la propia Comunidad Autónoma, 11% empresas de otras CCAA, 7% empresas extranjeras y 13% otras instituciones). La Administración central proporcionó el 9% de la facturación, y las Administraciones autonómicas y locales, alrededor del 24%. Como se puede observar, la universidad parece contribuir al desarrollo regional analizado desde el punto de vista de la facturación que los agentes locales y regionales suponen sobre el total (70%).

3.2 Patentes y licencias

3.2.1 Patentes, contexto y contribución universitaria en España

Una patente es un título que reconoce el derecho de explotar en exclusiva (generalmente durante 20 años) la invención patentada, impidiendo a otros su fabricación, venta o utilización sin consentimiento del titular. Ésta se concede a una empresa, a un individuo o a otra entidad, desde el momento en que la invención supera los criterios de novedad, actividad inventiva (no trivialidad) y posibilidad de aplicación industrial.

Como contrapartida, la patente se pone a disposición del público para general conocimiento (42), por lo que los documentos de patentes constituyen una valiosa fuente de información

(41) Últimos datos públicos en el momento de la redacción de este texto.

(42) Oficina Española de Patentes y Marcas <http://www.oepm.es>.

(también para la competencia). La patente tiene, por tanto, una doble funcionalidad, por una parte dar al inventor el beneficio de la explotación, y por otra, transmitir conocimiento codificado. Tanto en términos de diseminación de información a través de la invención patentada, como a través de la difusión de otros conocimientos producidos durante la producción de la tecnología patentada, la patente es un medio de transferencia de tecnología.

A continuación, se recogen algunos datos relevantes, de carácter cuantitativo. Es importante tener en cuenta, a la hora de interpretar estos datos, las restricciones que hay que mantener respecto a ellos (diferencias en utilidad de las patentes, en la proclividad a patentar según el área de conocimiento, tendencia a patentar en el lugar donde se realiza la invención...) (COM, 2003b).

Básicamente, se consideran tres tipos de datos de patentes, aparte de los que recogen las oficinas nacionales: patentes solicitadas en la Oficina Europea (*European Patent Office*, EPO), patentes solicitadas en la Oficina Estadounidense (*US Patent and Trademark Office*, USPTO) y patentes triádicas (solicitadas en las tres Oficinas más importantes EPO, USPTO y Oficina de Patentes Japonesa). Las patentes triádicas suelen ser las de mayor valor económico, dado el coste que conlleva patentar simultáneamente en las tres oficinas. Además, los datos relativos a estas patentes eliminan la tendencia a patentar en el área de producción de la invención. En 1998 (COM, 2003c), el país con mayor número de patentes "triádicas" por cada millón de habitantes era Japón (81 patentes/millón de hab.). Estados Unidos conseguía 53 patentes por millón de habitantes, quedando la UE-15 a la cola de los tres países, con 36 patentes. España presenta una tasa de 2,7 patentes triádicas por millón de habitantes.

En 2002, el total de solicitudes de patentes en Europa, Japón y EEUU se elevaba a 850.000, un 40% más que en 1992 (OCDE, 2004). En términos absolutos, el número de patentes ha crecido fuertemente en todos los países de la UE desde 1990, como consecuencia de una reactivación de la actividad mundial de solicitud de patentes. Europa consigue menor presencia en la USPTO que EEUU en la Oficina Europea de Patentes: durante el período 1992-2001, los Estados Unidos lograron incrementar su cuota en más del 4,2%, mientras que la de la UE cayó alrededor del 2,6% y la de Japón, 4,9%.

Los últimos datos disponibles, del año 2002, reflejan una bajada del número de solicitudes de patentes depositadas en la EPO y en la JPO, y también una ralentización de las solicitudes en la USPTO. Esto puede ser debido al descenso de inversión en I+D producida últimamente en los países de la OCDE.

A nivel europeo, los países que más patentan en la EPO son Suiza (351,7 patentes por millón de habitantes en el 2000), Alemania (259,4), Finlandia (258,6) y Suecia (248,2). Ya en el contexto internacional, entre los países que más alto crecimiento (COM, 2003b) han experimentado en cuanto a patentes solicitadas se encuentran Corea del Sur y Singapur, que han incrementado su media de patentes solicitadas en la EPO en torno al 20% cada año desde 1992. El caso más dinámico es el de China, con una tasa de crecimiento anual entre 1992 y 1999 del 25%.

Es interesante observar el número de patentes en áreas como las tecnologías de la información y las comunicaciones y la biotecnología. Dada su novedad tecnológica, son dos áreas muy potentes en la producción de conocimientos y también con muchas posibilidades de creación de

nuevas empresas: la inversión de capital riesgo en este tipo de tecnologías representa alrededor del 50% de la inversión total de capital riesgo en los países de la OCDE, como se verá posteriormente. La *tabla 12* muestra datos de patentes relacionadas con las áreas anteriores.

T 12. PORCENTAJE DE PATENTES ASOCIADAS A TIC Y BIOTECNOLOGÍA, POR PAÍS, EN LAS DIFERENTES OFICINAS. DATOS DE 1999 (EPO), 1997 (USPTO) Y 1996 (TRIÁDICAS)

	Patentes en TIC (%)			Patentes en biotecnología (%)		
	EPO	USPTO	Triádicas	EPO	USPTO	Triádicas
EU-15	38,2	10,6	26,1	34,2	12,6	25,1
EEUU	31,7	53,1	35,9	45,3	71,8	53,5
Japón	22,0	25,4	33,0	10,1	7,0	13,2
España	0,4	0,1	0,1	0,6	0,2	0,6

Fuente: COM (2003c).

Como se puede observar, la UE está notablemente retrasada respecto a Estados Unidos, sobre todo en patentes de biotecnología, con sólo el 34% de las patentes en la EPO. La actividad patentadora de la UE en la USPTO es bastante limitada en los dos campos, no así la de EEUU en la EPO.

La cooperación internacional, reflejada en el número de patentes que implican a inventores de diferentes procedencias, es importante para algunos países. En 1999-2000, el 6,6% de las patentes eran fruto de una colaboración llevada a cabo entre varios países, contra el 4,1% de los años 1991-1992.

La *tabla 13* muestra la evolución de las solicitudes de patentes con efectos en España (43).

T 13. SOLICITUDES DE PATENTES CON EFECTOS EN ESPAÑA

	1999	2000	2001	2002	2003	Incremento 2003/2002
Vía Nacional (Directas)	2.859	3.111	2.904	3.055	3.081	0,85%
Vía Europea (Directas)	49.166	53.356	55.377	47.164	52.000	10,25%
Vía PCT*	71.146	87.771	100.774	109.562	92.089	-15,95%
- Euro-PCT*	71.060	87.688	100.638	109.486	92.000	-15,97%
- PCT que entran en fase nacional	86	83	91	76	89	17,11%
Total	123.171	144.238	159.055	159.781	147.170	-7,89%

Fuentes: OEPM, Avance de Estadísticas de Propiedad Industrial 2003. A partir del año 2001, las fuentes empleadas son la OEPM y la OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual).

*PCT: Tratado de Cooperación en Materia de Patentes.

Observaciones:

"Vía nacional directa": Solicitudes presentadas directamente en la OEPM.

"Vía europea directa": Son las solicitudes presentadas directamente en la OEP y que designan a España.

"Vía Euro-PCT": Solicitudes presentadas directamente en la OMPI y que designan a España a través de una patente europea. Se contabilizan sólo las Euro-PCT al incluir el 100% de las solicitudes de patentes PCT que designan directamente a España.

"Vía PCT que entran en la fase nacional": Solicitudes PCT que en su día designaron a España directamente en la OMPI y que han iniciado el procedimiento ante la OEPM, en el año de las estadísticas.

El factor que más ha crecido en el último año es el número de patentes presentadas directamente a la EPO. A medida que la institución va teniendo más entidad, se abandonan las patentes nacionales para pasar a las europeas, que ofrecen mayor cobertura.

En cuanto a la distribución de las patentes solicitadas por origen, la mayoría de las gestionadas por vía nacional pertenecen a residentes (el 91% en el año 2003). La solicitud de patentes nacionales por parte de no residentes ha descendido un 6% desde 1999. Es posible que esto sea por la tendencia creciente de patentar a nivel europeo.

En cuanto a las patentes concedidas por la OEPM, la tendencia en los últimos años es decreciente. Justo ocurre lo contrario con las patentes concedidas en entornos internacionales que surten efecto en España, cada vez son más numerosas.

La inquietud por patentar y ofertar licencias a partir de los resultados obtenidos por los organismos públicos de investigación se debe a que, por una parte, se reconoce que en muchas ocasiones no basta con poner en dominio público los resultados de investigación obtenidos, sino que es necesario protegerlos de alguna manera para facilitar su posterior transferencia a la industria. Además, en el caso de determinados descubrimientos o tecnologías que están en estado embrionario y necesitan una fuerte inversión para llegar a ser un producto comercial, las empresas no encuentran incentivos suficientes para acometer ese gasto si no tienen clara la situación de los derechos de propiedad intelectual. Por otra parte, la participación de los inventores en los posibles beneficios de comercialización facilita que éstos se involucren en la puesta en marcha del nuevo producto o servicio, factor clave en numerosas ocasiones (OCDE, 2002c).

T 14. CONCESIONES DE PATENTES CON EFECTOS EN ESPAÑA

	1999	2000	2001	2002	2003
Nacionales	2.468	2.190	2.210	1.303	1.910
Validaciones europeas	13.813	11.126	10.272	17.541	21.395
PCT que entran en fase nacional	10	18	32	30	27
Total	16.291	13.334	12.514	18.874	23.332

Fuente: OEPM, Avance de Estadísticas de Propiedad Industrial 2003.

Observaciones:

"Nacionales" son las patentes concedidas por la OEPM.

"Validaciones europeas" son las patentes concedidas por la EPO que han presentado la traducción ante la OEPM y que surten efectos en España. Tienen su origen en las solicitudes directas de patentes europeas y en las solicitudes PCT que utilizan la vía Euro-PCT.

"PCT que entran en fase nacional" son las patentes concedidas por la OEPM que provienen de las solicitudes presentadas en la OMPI y que designaron a España directamente.

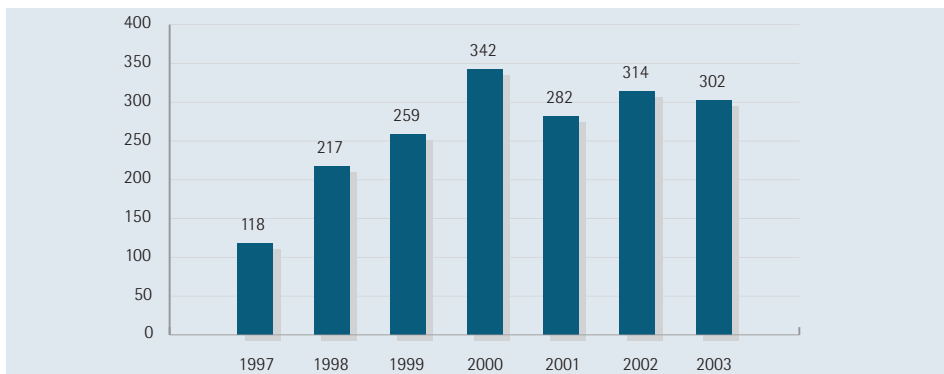
(43) En España, la ley que rige la concesión de patentes es la Ley de Patentes (Ley 11/86, del 20 de marzo de 1986). En la página web de la Oficina Española de Patentes y Marcas (<http://www.oepm.es/internet/legisla/primer.htm>) se recoge la legislación relacionada con la propiedad intelectual, tanto en ámbito nacional como europeo, además de un histórico que recorre las leyes desde 1759 hasta 1929.

No obstante, el número de patentes solicitadas por los organismos públicos de investigación y universidades, aunque en alza, todavía es bajo. Esta situación se atribuye a la falta de cultura de protección de la propiedad intelectual, a los altos costes y largos procedimientos asociados a la obtención de una patente, y también, en algunos casos, a una inadecuada información para conseguirla. También, en numerosas ocasiones, el tejido empresarial adecuado para la explotación de una patente, es inexistente.

En España, el 55,3% (COM, 2004c) de las instituciones de transferencia de tecnología gestionan patentes, o proporcionan asistencia para ello. El dato está ligeramente por debajo de la media europea, en Europa el 57% de las instituciones de transferencia de tecnología engloba entre sus servicios esta actividad. Las OTRIs son las encargadas de velar por los derechos de propiedad intelectual de la institución, pues en la misión de las oficinas de transferencia de tecnología está conseguir que la investigación financiada mediante fondos públicos llegue al mercado. Por eso, hay una tendencia de opinión que piensa que a la hora de conceder una patente o una licencia a una organización que quiere explotarla, es necesario poner condiciones que de alguna manera permitan la cancelación de la licencia si se percibe que la organización receptora no está haciendo el esfuerzo suficiente para su comercialización (OCDE, 2002c). Según la OCDE, la mitad de los OPIs incluyen en sus acuerdos sobre licencias cláusulas por las que se exige a la otra parte realizar esfuerzos de buena fe para explotar la invención.

Según datos de la Red OTRI de Universidades, en 2001 (RedOTRI, 2002) las universidades españolas solicitaron 239 patentes nacionales y 43 extensiones internacionales, que se sumaron a las 1.135 y 117 anteriores, respectivamente. En 2002 (RedOTRI, 2003), de las 314 patentes solicitadas, 248 fueron de carácter nacional, y 66 de carácter internacional.

FIGURA 14. *Evolución de las patentes y títulos solicitados en las Universidades españolas.*



Fuente: RedOTRI (2001, 2002, 2003, 2004).

NOTA: Los datos de 2003 son preliminares.

Por último, hay que señalar que un aumento en el número de patentes conseguidas por un organismo público de investigación o universidad no significa éxito asegurado en la transferencia de tecnología. Para conseguir que la patente o licencia se comercialice, es necesario apoyar el proceso de transferencia del conocimiento desde la universidad a la empresa, actividad en la que se requiere el liderazgo de gestores senior en investigación que conciencien al colectivo investigador.

3.2.2 Licencias

Una licencia contractual de patente es un contrato mediante el cual, el titular de la patente o de su solicitud ("licenciante") permite el uso de la misma a un tercero ("licenciatarío"), sin transmitir su titularidad (COTEC, 2003b). Junto con la creación de nuevas empresas tecnológicas, la concesión de licencias de patentes son dos mecanismos notablemente utilizados a través de los cuales se realiza la transferencia de tecnología en Europa (COM, 2003b). Sin embargo, ambos sistemas, de gran importancia en otros países como Estados Unidos o Reino Unido, se utilizan mucho menos en el entorno universitario español.

Los acuerdos por licencia parecen apoyar el hecho de que los OPIs y universidades tienden a licenciar tecnologías incipientes que requieren un posterior desarrollo por parte de las empresas. Existen, de esta forma, varias modalidades de licencias:

- Exclusivas o no exclusivas.
- Totales o parciales.
- Cesión de licencia y sublicencia.

La concesión de licencias en exclusividad se da en contadas ocasiones, ya que a la comunidad científica y a los reguladores les preocupa que se concedan en esas condiciones. Según Bray (2000), la forma tradicional de licenciar una tecnología es preferida cuando ésta no es apta para una *spin-off*, o cuando la tecnología es singular e ingresa millones de dólares cada año. Las *spin-offs* y *start-ups* solicitan, en muchas ocasiones, la concesión de estas licencias en exclusiva, ya que la propiedad intelectual es clave para su supervivencia. Según la encuesta de la OCDE, las pequeñas empresas (en el contexto internacional, aquéllas que tienen menos de 500 empleados) no consiguen más licencias que las grandes, casi todos los acuerdos contienen cláusulas que limitan la exclusividad, por ejemplo por zona geográfica o por área. Otro tipo de condiciones que se imponen sobre los acuerdos de licencia son aquéllas que garantizan a los OPIs y universidades royalties a largo plazo o derechos de primer rechazo sobre invenciones futuras.

El propietario de la patente ha de garantizar la posesión legal y pacífica de la misma por parte del contratante, además de pagar las anualidades de la patente y transmitir los conocimientos técnicos y de *know-how* necesarios para la explotación de la tecnología licenciada. Por su parte, el contratante de la licencia se compromete a usar la patente dentro de los límites del contrato y a no sublicenciarla, evitando las filtraciones de conocimiento necesario para utilizarla (COTEC, 2003b).

En cuanto a la rentabilidad de las licencias, los datos de la Encuesta de la OCDE (2002d) revelan que son unos pocos inventos exitosos los que proporcionan la mayor parte de los ingresos atribuidos a esta actividad. Un gran número de licencias no genera ingreso alguno, por lo que el número de licencias obtenidas no está directamente relacionado con los beneficios obtenidos de las mismas. Así, mientras que algunos OPIs de EEUU consiguen al año varios millones de dólares a través de licencias, el valor medio de cada una de ellas en el año 2000 fue de 150000 dólares.

En España, el 57,9% (COM, 2004b) de las instituciones de transferencia de tecnología reconocen entre sus servicios la ayuda a la gestión de licencias. Esta actividad es la segunda más destacada por las interfaces de transferencia de tecnología, después de la gestión de contratos. De hecho, el valor presentado está por encima de la media europea, que ronda el 52%.

En la universidad española se facturaron en contratos de licencia de propiedad intelectual e industrial alrededor de 1.316.040 euros en 2001, cifra que se mantuvo durante 2002. Según Red OTRI, la cantidad es modesta, pero comienza a dejar de ser un dato marginal en relación al global de cifras de la relación universidad-empresa.

3.2.3 Propiedad intelectual en las universidades

En los últimos años, numerosos gobiernos (44) han concebido nuevas políticas de protección de la propiedad intelectual, conscientes de su importancia para incentivar y sostener la innovación y la competitividad empresarial de los países. Han sido dos áreas, fundamentalmente, las que han acaparado más atención. Primero, ha cobrado especial importancia la valoración, protección y explotación de la investigación efectuada en los organismos de ámbito estatal. La promoción del uso de la propiedad intelectual en pequeñas y medianas empresas (45) ha sido el segundo elemento de interés. En este apartado se revisará la propiedad intelectual referente a los resultados de investigación universitarios.

El debate sobre la posesión de los derechos de propiedad intelectual en la universidad se plantea para la obtención de la propiedad de (46): invenciones (47) desarrolladas bajo financiación pública, invenciones desarrolladas en colaboraciones con la industria e invenciones llevadas a cabo por investigadores universitarios en su puesto de trabajo. La propiedad intelectual de los resultados de los proyectos conjuntos financiados enteramente por la empresa son normalmente para la entidad privada; mientras, los que están patrocinados a partes (iguales o no) con la administración implican un proceso de negociación previa, que puede resultar en que la universidad mantenga la propiedad intelectual y la empresa se haga con una licencia exclusiva o no exclusiva de explotación. Sin embargo, aunque en la práctica este resultado es más que suficiente para la explotación comercial de la invención, y permite a la universidad proseguir con la investigación, no suele ser fácilmente aceptado por la industria. En situaciones justificadas, la universidad puede conceder el privilegio a la empresa reteniendo para sí el derecho de recuperar la propiedad intelectual si la empresa no logra hacerla llegar al mercado, negociando una compensación económica o una licencia gratuita no exclusiva que puede ser sub-licenciada para otros usos que no sean los que desarrolla la empresa. En esta circunstancia se da, a veces, la propiedad conjunta, la cual resulta más complicada de gestionar. En Europa, cada propietario puede explotar la invención y continuarla con otros socios, pero no conceder licencias de uso sin obtener el acuerdo con los co-propietarios. Una situación diferente se da en EEUU, donde cada co-propietario es libre de otorgar las licencias no exclusivas que desee (para la exclusiva, es necesario acuerdo).

Según los estudios de la OCDE (48) en el área de la propiedad intelectual en organismos públicos de investigación, las políticas se están redefiniendo, aunque aún quedan por pulir muchas

(44) En el COM (2003b) se recogen algunas acciones que determinados países europeos han puesto en marcha con el fin de ayudar a los organismos públicos a comercializar su investigación.

(45) COM (2003b), pp. 334.

(46) Un análisis detallado de estos casos se puede encontrar en COM (2004c), pp. 12-24, pp. 33-39.

(47) Aunque en el texto se utilizan las palabras "invenciones" y "resultados" indistintamente para referirse a las primeras, los resultados de la investigación suelen quedar en posesión de la universidad a menos que tenga acuerdos exclusivos de confidencialidad con la empresa. Es la propiedad de las invenciones lo que se negocia.

(48) Citados en (OCDE, 2002c).

inconsistencias que se están dando en los sistemas nacionales de investigación y, por supuesto, entre los países miembros de la OCDE. También se pone de manifiesto la carencia de incentivos que tienen los investigadores para proteger y explotar la propiedad intelectual generada a través de fondos públicos. Además, existe una falta de información en los entornos universitarios, y las buenas prácticas no están ampliamente difundidas. Por otra parte, tanto los costes financieros como los beneficios de la gestión de la propiedad intelectual son bastante opacos. A pesar de la potencial importancia de la transferencia de tecnología universidad-empresa como fuente de ingresos para las universidades y las organizaciones, y como motor del crecimiento económico, algunos critican el poco rigor en las prácticas organizativas en la universidad para gestionar la propiedad intelectual (Siegel, 2003).

El tratamiento de la propiedad intelectual de los resultados de investigación desarrollados en organismos públicos en Europa es diferente al que se realiza en Estados Unidos. En EEUU, desde la promulgación de la Ley Bayh-Dole (1980), se concede la propiedad de los resultados de investigación a todos los organismos que trabajan con fondos federales, y específicamente, a las universidades. Anteriormente a esta Ley las invenciones resultantes de la investigación universitaria financiada con dinero público pertenecían al gobierno estadounidense, que se comprometía a no conceder licencias exclusivas de explotación. Los investigadores encontraban pocos incentivos para patentar, y la industria no se interesaba por la obtención de licencias no exclusivas (COM, 2004b).

La Ley Bayh-Dole refleja el cambio de política que aconteció en el Congreso americano. Su nueva perspectiva estaba destinada a eliminar los obstáculos potenciales de transferencia de tecnología universidad-empresa mediante la introducción de una política uniforme de patentes, a conseguir la supresión de numerosas restricciones para licenciar, y a permitir a las universidades la posesión de patentes obtenidas de investigación financiada con fondos públicos. No obstante, la Ley se enfocó a incentivar la conformación de un modelo basado en la concesión de licencias: en los procesos investigación colaborativa, la universidad suele conservar la propiedad intelectual, mientras que la empresa obtiene casi inmediatamente una licencia exclusiva.

Las universidades estadounidenses ya patentaban antes de 1980, pero empezaron a hacerlo mucho más intensamente a partir de esa fecha (49). En las últimas dos décadas, el número de patentes se ha quintuplicado y las universidades están cerca de percibir 2 billones de dólares por las licencias cedidas (sobre todo por algunas particularmente exitosas). En el año 2001 fueron al menos 358 los productos introducidos en el mercado bajo licencias cedidas por los organismos públicos de investigación norteamericanos. Además, se ha producido un gran crecimiento en cuanto al número de empresas de base tecnológica, sobre todo relacionadas con las tecnologías de la información y las comunicaciones y con la biotecnología, lo que muchos han considerado consecuencia directa de la Ley de 1980.

Sin embargo, además de no olvidar que la Ley Bay-Dole tiene más de 20 años de vida, hay que tener en cuenta que refleja las características únicas del sistema de innovación estadounidense:

(49) *Entre 1993 y 2000, las universidades norteamericanas han conseguido 20.000 patentes, que han incentivado la creación de hasta 3000 nuevas empresas.*

investigación básica enfocada a la utilización a gran escala, competencia entre universidades, y larga tradición de emprendedores en el entorno académico (OCDE, 2002c). En la actualidad, numerosos países, entre ellos los europeos, han observado los efectos de esta ley y han deducido su función catalizadora de beneficios sociales y económicos. Y casi todos han adoptado medidas adecuadas a su entorno, que no son necesariamente similares a las que promulga la ley estadounidense (Lambert, 2003). Los nuevos marcos legislativos necesitan, por su parte, ser acompañados de otras disposiciones para realmente estimular que se patente, licencie y se transfiera tecnología: debido a motivos culturales y de tradición, la mentalidad de las universidades no está orientada hacia estos fines.

Dada la heterogeneidad del entorno europeo en este ámbito, en el seno de la UE existe la inquietud de que las diferentes leyes nacionales sobre titularidad y explotación de la propiedad intelectual por parte de los organismos públicos de investigación puedan suponer una barrera a la colaboración internacional. La situación es la que sigue (COM, 2003b):

- a) Países como Austria, Dinamarca, Alemania y Noruega han cambiado su legislación para garantizar a sus universidades la obtención y explotación de los derechos de propiedad intelectual. Francia, España, Bélgica y Rusia también reconocen a la universidad como primer propietario.
- b) En Finlandia y en Suecia, los investigadores universitarios tienen el privilegio de poder solicitar una patente de su propiedad. Alemania tenía un sistema similar que ha sido modificado recientemente, e Italia, en cambio, ha optado por reforzarlo (COM, 2004b).
- c) Otros países no han definido su posición en este aspecto.

Los Gobiernos de los países que conceden la propiedad intelectual a las universidades (u organismos públicos de investigación) están ayudando a cubrir los costes asociados a la obtención de patentes y comercialización de inventos, mediante la reducción de costes de solicitud de patentes para universidades, y mediante la creación de medidas informativas y de concienciación.

A nivel mundial, Japón y Corea han acometido también reformas dirigidas a permitir un mayor control de los derechos de propiedad intelectual sobre las invenciones producidas por los investigadores de estas instituciones. Se percibe así un cambio en las políticas sobre titularidad de la propiedad industrial, produciéndose una tendencia a adjudicar la titularidad de los resultados patentables a las instituciones. Parece que con este enfoque, los costes de transacción bajan, las empresas interesadas en los resultados ven una mayor seguridad jurídica y se impulsan los canales formales y eficientes de transferencia de tecnología (OCDE, 2003). Sin embargo, no está claro qué tipo de legislación es preferible: mientras que el número de solicitudes de patentes por investigador podría ser más alto en los países que permiten el privilegio de la solicitud nominativa, hay pocos incentivos para comercializar la innovación. El dotar a los organismos públicos de autonomía para gestionar y explotar los resultados de investigación resulta beneficioso porque, aparte de proporcionar los medios para que éstos puedan llegar al mercado y así redundar de alguna manera en el bien social, pueden contribuir a la creación de *spin-offs* y *start-ups* académicas generadoras de empleo.

En España, la Universidad es titular y gestora de los derechos de propiedad intelectual, patentes de invención, modelos de utilidad, diseños, signos distintivos, obtenciones vegetales y títulos sobre protección de topografías de productos semiconductores, precedentes de los resultados de las investigaciones realizadas por sus miembros, sean éstos funcionarios, contratados o becarios, derivadas de subvenciones de terceros o de financiación propia. No obstante, la Ley de Patentes 11/1986 otorga a los profesores e investigadores universitarios autores de una invención el derecho a participar en los beneficios que obtenga la universidad de su explotación. Cada universidad determina a través de sus Estatutos la cuantía de participación de cada agente en estos beneficios, así como la modalidad y la posibilidad de cesión de la titularidad de las invenciones al autor mediante mutuo acuerdo. En general, se utilizan porcentajes que adjudican el 50% al investigador o equipo de investigación, un 25% a la universidad y un 25% al departamento al que está adscrito el grupo. No obstante, dada la aparición de nuevas estructuras de investigación (institutos propios o mixtos, centros de investigación...), estos porcentajes pueden verse modificados con el fin de otorgar parte del rendimiento a las estructuras que hayan soportado, por ejemplo, los costes fijos de investigación (COTEC, 2003b).

Gran parte del personal investigador universitario está poco familiarizado con los aspectos relativos a la propiedad intelectual. Existen, asimismo, reticencias a la puesta en explotación de resultados universitarios, pues es difícil encontrar el equilibrio entre la obtención de beneficio comercial y la preservación de la autonomía de las universidades y de la investigación que en ellas se realiza. En algunos países de la OCDE se está produciendo una reacción contraria a la comercialización de la investigación del sector público, animada por la percepción de que los organismos públicos de investigación se están viendo demasiado influenciados por las directrices del mercado, en lugar de centrarse en los elementos de interés público (OCDE, 2003). Existe una tendencia dentro de los países de la OCDE en la política de OPIs y universidades que intenta proporcionar un mayor reconocimiento a la actividad relacionada con la transferencia de tecnología y de propiedad intelectual, pero son los potenciales ingresos percibidos por las patentes los que más incentivan a los investigadores a bajar la posibilidad de comercializar su trabajo.

3.3 Movilidad de recursos humanos universidad-empresa

Dado que el mayor potencial investigador español se encuentra en el sistema de educación superior, la relación de éste con el sector industrial es clave para la aplicación de la investigación realizada. La incorporación total o temporal del personal investigador, doctores o tecnólogos procedentes de las instituciones públicas de investigación a las empresas se considera un mecanismo efectivo de transferencia de conocimiento. En algunos países, como España, Finlandia, Italia, Alemania y Austria, la movilidad entre universidades e industria presenta numerosos obstáculos, sobre todo por parte del mundo académico, dada la condición funcional de muchos de los investigadores, que les impide o motiva escasamente para trabajar en la industria. Desde septiembre de 2001, existe en la Ley de la Ciencia el artículo 19 modificado, que recoge la figura de "licencia", mediante la cual los investigadores, científicos y técnicos de OPIs pueden incorporarse durante un plazo máximo de cuatro años a organizaciones de carácter privado, y volver, pasado ese tiempo, a su puesto de trabajo (COTEC, 2003b).

Actualmente, con efectos en España existen varios programas destinados a mejorar la movilidad. El que afecta más directamente al entorno universitario es el Programa Torres Quevedo, iniciado en el

año 2001. Este programa continúa con la labor de su predecesor, la acción de Incorporación de Doctores a Empresas (IDE) iniciada en 1997 que se cerró en el 2001 con 600 ayudas concedidas.

El Programa Torres Quevedo está orientado a "...liberar a las empresas del importante coste de la personal especializado en los primeros años de su actividad económica o al comenzar un nuevo proyecto de I+D+I reduciendo, en gran medida, el riesgo de este tipo de actividades en las que una de las mayores inversiones corresponde a la contratación de profesionales capacitados para esas tareas". Según datos de COTEC (2003), a partir del MCYT, en la primera convocatoria las entidades con mayor número de contratos fueron las PYMES (77%), seguidas de los centros tecnológicos (15%) y las grandes empresas (8%). En el 2003 se han contratado, mediante este programa, 203 doctores y 154 tecnólogos.

El papel de las OTRIs en la ejecución de este programa es indirecto, se encargan de la difusión de las convocatorias y asesoran tanto a investigadores y tecnólogos como a empresas en la búsqueda de alternativas ajustadas a sus expectativas.

3.4 Creación de empresas basadas en resultados de investigación universitarios

3.4.1 Las spin-offs: contexto y estrategia

Bajo la denominación de *spin-offs* se enmarcan las empresas de base tecnológica cuya idea de negocio surge de resultados de investigación universitarios, y que están gestionadas por personal propio de la universidad. Ocasionalmente, el término se refiere a *start-ups* que han obtenido una licencia del sector público, también a nuevas empresas en las cuales la universidad (u OPI) tiene una participación de capital bien sea total o parcial. La creación de una *spin-off* universitaria está a veces unida a la obtención de una licencia (preferiblemente exclusiva) de una tecnología patentada por la universidad. Sin embargo, en muchos casos, no existe tal protección, sino que la empresa se basa en conocimiento adquirido de los profesionales que la ponen en marcha.

La creación de nuevas empresas de base tecnológica se presenta como una actividad que ayuda a la promoción del desarrollo económico local, y que fomenta el espíritu emprendedor en las instituciones de carácter académico o meramente investigador. Se manifiesta asimismo como un proceso caro y arriesgado, aunque en ocasiones suficientemente justificado y preferible a la venta o acuerdo de explotación de una patente o licencia universitaria con una empresa ya establecida. No obstante, es cierto que en general OPIs y universidades prefieren conceder licencias a empresas ya existentes que a *spin-offs* (OCDE, 2003). La concesión de las licencias de OPIs o universidades permite a estas instituciones retener el control y el acceso a la propiedad intelectual. Al igual que la creación de *spin-offs*, la cesión de licencias a este tipo de empresas se considera negocio de alto riesgo.

Los primeros movimientos hacia la creación de *spin-offs* por parte de los organismos públicos de investigación se realizaron en Europa a finales de los años 80. Con anterioridad, las empresas que se generaban lo hacían ante la indiferencia institucional, e incluso debían luchar contra una

oposición más o menos activa (COM, 2004b) que renegaba de la utilización comercial del saber no finalista originario de las instituciones públicas. A finales de la década de los 90 comenzaron a surgir políticas de apoyo más claras, inspiradas en los éxitos de los *clusters* de alta tecnología de EEUU, como Silicon Valley y Route 128. Estas políticas emprendieron la materialización de uno de los objetivos actuales de la Comisión Europea en cuanto a universidades se refiere: lograr la mejora de la explotación de la investigación, y la creación de un número suficiente de empresas para el aprovechamiento de las ventajas tecnológicas (COM, 2003a).

En la actualidad, el número creciente de *spin-offs*, aún pequeño en términos absolutos, denota una actividad naciente y en busca de la consolidación. Desde la década de los 90, el número de empresas tecnológicas creadas en la universidad ha aumentado significativamente en los países OCDE, aunque el crecimiento es desigual y está muy concentrado en torno a determinadas universidades. Estas discrepancias no resultan únicamente atribuibles a la mayor o menor inversión en I+D: el carácter de las políticas públicas, la cultura de los centros y del entorno o la presencia de inversión externa son otros factores que también influyen.

Según la OCDE, en el año 2000 los OPIs crearon por término medio menos de una *spin-off* o *start-up* al año, con excepción de Estados Unidos, cuya media fue de dos (50). Si se efectúa una comparación internacional, las *spin-offs* europeas distan mucho de las estadounidenses. Las primeras presentan un crecimiento más lento y tienen una vida más corta. Además, muchas son unipersonales y no despliegan una estrategia comercial clara. En el caso de algunos países europeos, como Reino Unido, la tasa de creación de *spin-offs* ha crecido notablemente en los últimos años, y en la actualidad es comparable a la estadounidense (51) (COM, 2004b). No obstante, el Informe Lambert (2003) alerta sobre la falta de proporción entre el crecimiento experimentado en el número de nuevas empresas y la inversión en I+D en Reino Unido. Señala el elevado coste en recursos que supone el mantenimiento de una estructura de creación de nuevas empresas, y considera este sistema de transferencia de tecnología menos eficaz y más costoso que la concesión de licencias. Por ello, propone incrementar los fondos destinados a probar la viabilidad de una tecnología en el mercado, y disminuir el capital semilla público. Se trata, por tanto, de garantizar la calidad del *spin-out* para que sea la inversión privada la que asuma los costes de implantación.

Con todo esto, la cantidad de *spin-offs* parece estar condicionada en alguna medida por la estrategia de cesión de licencias del organismo encargado de la transferencia. Por supuesto, el campo de actividad influye notablemente, y parece que las invenciones más susceptibles de ser transferidas mediante creación de *spin-offs* son aquellas cuya tecnología horizontal permite que sean aplicadas en diversos campos. Existen diferentes estrategias en cuanto se refiere a creación de nuevas empresas procedentes de resultados de investigación. Por ejemplo, el MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) tiene una cartera de patentes que supera las 1000 (patentes norteamericanas), y en los últimos cinco años ha conseguido alrededor de 100 patentes anuales, firmando entre 60 y 100 acuerdos de licencia normalmente exclusiva, que

(50) Este dato sólo incluye las empresas generadas a partir de la obtención de licencias universitarias, no incluye las empresas creadas por graduados de la universidad con otros medios.

(51) La comparación ha de hacerse teniendo en cuenta que la naturaleza y definición de las *spin-offs* puede ser bastante diferente entre los países. Los datos son de la encuesta UNICO-NUBS de 2001, y concluyen que en EEUU se han creado 1,45 empresas por universidad y año, frente a las 2,22 *spin-offs* por universidad y año en Reino Unido.

implican un retorno superior a los 30 millones de dólares por año. La institución trata así de conformar un escaparate de tecnología al que puedan acceder las empresas, y muestra un interés relativo por otras actividades de transferencia como la creación de nuevas empresas. A este respecto, el MIT dispone de un centro especializado (52) en formación de emprendedores y en conformación de redes para búsqueda de oportunidades tecnológicas y fondos. Según la información consultada, el MIT no dispone de estructuras institucionales propias para incubación de negocio, aunque la Universidad está estrechamente relacionada con el clúster tecnológico *Route 128*. La calidad de los resultados de investigación de esta universidad se conjuga con éxito con un entorno culturalmente proclive a patentar, a favorecer el riesgo empresarial y a financiarlo.

El impacto económico de las *spin-offs* ha de estudiarse en un horizonte temporal largo, pues no sólo el número de *spin-offs* es pequeño, sino que también lo son su tamaño, sus tasas de crecimiento o sus retornos. Como empresas, aparentemente, su valor es cuestionable, muchas se estancarán en la producción de conocimiento y su crecimiento será lento, permanecerán muy ligadas a la organización que las vio nacer. A pesar de estos augurios, las administraciones públicas ven en las *spin-offs* una forma de promover el desarrollo regional y de incentivar la colaboración entre universidad y empresa, y efectivamente, las *spin-offs* son importantes en tanto en cuanto formen parte de una iniciativa política más amplia que promueva la iniciativa empresarial y las relaciones entre los diferentes agentes del sistema de innovación.

3.4.2 Instrumentos de apoyo a creación de nuevas empresas. El capital riesgo.

La creación de una *spin-off* no es un proceso sencillo, pues la puesta en marcha de una empresa requiere un conjunto de capacidades de gestión, financieras, legales y de marketing de las que suele carecer el emprendedor universitario. Además, es imprescindible una inversión de capital inicial suficiente, lo cual resulta difícil de conseguir en los primeros momentos de vida de una empresa procedente de la universidad, sobre todo en determinados entornos. Esta situación puede verse paliada con la ayuda en infraestructuras y servicios (y en ocasiones, con el apoyo económico) que la universidad origen pueda prestar.

La obtención de capital es una de las preocupaciones más significativas de los emprendedores, independientemente de su lugar de procedencia. En la *figura 15* se representa el "embudo de la *spin-off*" (53), que identifica tres pasos diferentes en el proceso de creación y establecimiento de la empresa: la fase de invención, la de transición y la de innovación. El esquema describe un proceso de selección, en el que al principio (fase de invención) entran un número relativamente alto de ideas de las cuáles sólo unas pocas resultan validadas (fase de transición) y dan lugar a una empresa consolidada (fase de innovación).

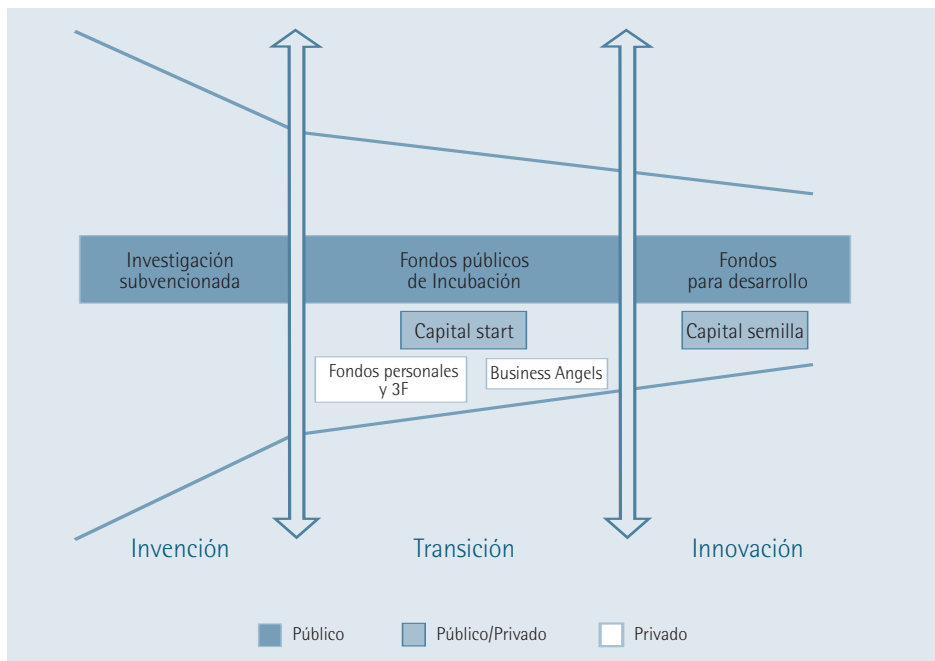
Dejando a un lado el modelado del proceso, lo que más interesa de esta figura es la relación que establece entre estadios de la *spin-off* y financiación de la empresa en cada momento. Los

(52) MIT Entrepreneurship Center <http://entrepreneurship.mit.edu/index.php>.

(53) En COM (2003b), a partir de Clarysse, B.; Heirman, A.; Moray, N. (2001): *Transferring technology by spinning off ventures: towards an empirically based understanding of the spin off process*, Working Paper Gent University.

fondos que soportan el comienzo de la empresa son habitualmente fondos públicos de carácter europeo, nacional o regional, que financian la investigación realizada por las universidades. No obstante, durante este período de tiempo, el emprendedor puede obtener simultáneamente servicios por parte de estructuras concretas, sobre todo de formación y establecimiento de planes de negocio. En algunos documentos consultados se puntualiza la importancia de establecer un capital pre-semilla para este momento del establecimiento de la empresa, con el fin de soportar los gastos iniciales que conllevan actividades como la obtención de la propiedad intelectual necesaria.

FIGURA 15. *La financiación en las etapas de la spin-off.*



Fuente: COM (2003b).

En la segunda fase, que puede durar entre 2 y 5 años en función del sector empresarial (TIC vs. biotecnología o farmacéuticas), la financiación se torna más compleja. La incipiente empresa aún no tiene capacidad suficiente para atraer a los inversores de capital riesgo (54) (pues la inversión que necesita es demasiado baja para ellos, y también demasiado arriesgada), por lo que tiene que recurrir a otras formas de obtener capital semilla o *start-up*, combinando los medios ofrecidos por el sector público (créditos blandos que cubren entre el 50 y el 80% de los costes de desarrollo (55) y sólo se devuelven si se obtienen beneficios, o subvenciones) con otros de carácter mixto (dinero proveniente de asociaciones de universidades con entidades financieras que buscan donde invertir). Por otra parte, también están los métodos informales de

(54) Algunas universidades con incubadoras o capital riesgo prefieren destinar al grupo que quiere crear la empresa una cantidad fija durante un par de años, con el fin de probar la idea en el mercado, y garantizar la obtención de capital riesgo privado una vez superado este período.

(55) 70% en el caso de la iniciativa NEOTEC de CDTI.

financiación, los cuales engloban distintos tipos de inversores, desde los provenientes del entorno del nuevo empresario ("*3F* – *Fools, Friends and Family*") a los "*business angels*", inversores que sin conocer necesariamente al emprendedor, se suman a la iniciativa porque les agrada la idea empresarial. Ambas contribuciones son limitadas y significativamente más bajas en Europa que en Estados Unidos (56).

Los sistemas fiscales, por otra parte, también pueden apoyar el proceso de creación de la empresa. Según datos de la OCDE (2004), en algunos países las pequeñas empresas y las *start-ups* se benefician de un tratamiento preferente. Los medios para implementar este tipo de ayudas son múltiples, sobre todo radican en tasas de subvención más elevadas o desgravaciones. Para las pequeñas empresas, los países más generosos son Italia, España y los Países Bajos.

El capital riesgo

Importancia creciente en la financiación de esta actividad tienen las entidades de capital riesgo, sociedades anónimas dedicadas fundamentalmente a facilitar financiación temporal a empresas no financieras y no cotizadas que presentan dificultades para acceder a otras fuentes de financiación, y a la administración y gestión de fondos de capital riesgo y activos de sociedades de capital riesgo, respectivamente. Como actividad complementaria realizan, en numerosas ocasiones, tareas de asesoramiento a las empresas vinculadas con ellas (COTEC, 2004b).

El capital riesgo, importante fuente de financiación de nuevas empresas de base tecnológica, no constituye más que una pequeña fracción del PIB en la mayoría de las economías nacionales de la OCDE. Durante el período 1998–2001 (OCDE, 2004), fueron Estados Unidos e Islandia los países en los que el capital riesgo tuvo más importancia (la inversión en capital riesgo significó alrededor del 0,5% del PIB). En el caso de España, el porcentaje del PIB que representó la inversión en este tipo de capital rozó el 0,1%, por debajo de la media de la UE y de países como Suecia (0,2%) o Reino Unido (0,22%), y superando a Italia en alguna centésima. Es interesante ver la distribución inversora que se hizo de este capital: alrededor de un tercio se dirigió a dar apoyo a nuevas empresas, y dos tercios se utilizaron para apoyar la expansión de las ya existentes. En el caso de España, las nuevas empresas consiguieron una inversión inferior al tercio atribuido a la media de los países de la OCDE, al contrario que en Finlandia, Irlanda o Suiza, países en los que la mitad del capital riesgo se canalizó hacia empresas nuevas.

En media (OCDE, 1998–2001), los sectores de alta tecnología (tecnologías de la información y las comunicaciones y biotecnología y salud) atrajeron la mitad de la inversión capital-riesgo. Como habitualmente, la disparidad entre países es notable. Mientras que en Canadá o Irlanda la inversión en estos sectores (sobre todo en los relacionados con TIC) supuso el 80% del total de inversión de capital riesgo, en España el capital riesgo destinado a alta tecnología rondó el 28% del total (siendo la media UE 38%; la de EEUU, 50% y la de Japón, 24%). A nivel nacional, en

(56) Según el estudio de Clarysse (2001), en EEUU un 7% de la población reconoció haber invertido en *start-ups* durante los tres años anteriores al estudio, mientras que en Europa la media ronda el 2–3%. En cuanto a los *business angels*, sólo el 5% de las empresas afirman haber sido financiadas de esta forma en su fase de transición, y un 18% en la fase de innovación.

torno a un cuarto de esta inversión en sectores altamente tecnológicos fue destinada a empresas de biotecnología y salud (57).

En España, las actividades de capital riesgo están legisladas por ley (Ley 1/1999 de 5 de enero, reguladora de las Entidades de Capital Riesgo y de sus sociedades gestoras). Eran 93 las entidades de capital riesgo operativas en el año 2002, 74 privadas y 19 públicas. Durante 2000, el entonces existente Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT) aprobó la Ley 6/2000 (58), en el marco de un programa que pretendía mejorar la capitalización de las empresas de base tecnológica. Una de las acciones fue la concesión de préstamos sin interés a las entidades de capital riesgo, con el fin de que éstas se decidieran a proveer de fondos a las nuevas empresas. Sin embargo, como se explica en el Libro Blanco de COTEC (2004b), la iniciativa no ha tenido el éxito esperado, debido a que los importes concedidos en los préstamos no son suficientes para atraer el interés del inversor privado.

Organizaciones de apoyo a la creación de spin-offs

Existen también estructuras dirigidas a fomentar la creación de nuevas empresas de origen universitario. La universidad se implica básicamente de tres formas en la creación de nuevas empresas: a través de su oficina de transferencia de tecnología, a través de entidades creadas con otros socios para proveer con capital semilla a las *spin-offs*, y mediante incubadoras tecnológicas dependientes de su estructura organizativa.

Las funciones de apoyo a la creación de *spin-offs* están relacionadas con (COM, 2003b):

- la búsqueda de ideas comercializables, el fomento de la iniciativa y la protección de la tecnología,
- el desarrollo de planes de negocio, la formación en gestión empresarial y la consultoría especializada,
- y la incubación.

El emprendedor necesita apoyo para iniciarse en las materias relacionadas con la gestión y el estudio de su idea empresarial. Estos servicios los dan, en la actualidad, algunas oficinas de transferencia de tecnología a través de programas específicos. En ocasiones, las universidades han conformado organizaciones independientes que proporcionan formación especializada y, además, capital semilla.

Las incubadoras de tecnología son espacios físicos que cubren todas las necesidades de ubicación inicial y de mantenimiento de las nuevas empresas. Normalmente, están cerca de campus universitarios (de hecho, en muchas ocasiones, las propietarias son las propias universidades) o en parques científicos o tecnológicos. Algunas incubadoras están dirigidas a

(57) Los interesados en sectores como la biotecnología o la nanotecnología pueden encontrar datos relativos a la evolución de estas ciencias en los países de la OCDE en OCDE (2004): Compendium statistique de la science et la technologie.

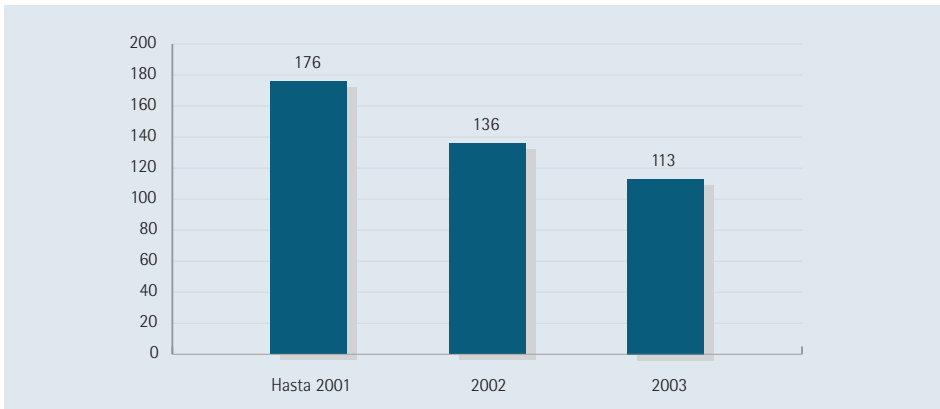
(58) Art. 7 de la Ley 6/2000, de 13 de diciembre, por la que se aprueban medidas fiscales urgentes de estímulo al ahorro familiar y a la pequeña y mediana empresa.

determinadas tecnologías, mientras que otras son espacios "multiuso" que pueden ser fácilmente adaptables. Para las universidades, estas estructuras son espacio de intercambio que contribuye a la creación de nuevo conocimiento y a su valorización. Las incubadoras son gravosas para los fondos públicos, y difícilmente pueden ser mantenidas sin su ayuda.

3.4.3 La creación de una empresa spin-off en España

El resultado de todo esto es que en España, las universidades están incentivando de forma particular la transferencia del conocimiento a partir de la creación de empresas de base tecnológica (24 universidades contaban con un programa de creación de empresas en 2002, 13 participaban de alguna *spin-off* y 20 en alguna sociedad de capital riesgo). Según datos de la Red OTRI Universidades, durante 2002, se crearon 136 empresas, de las cuáles 65 pueden ser clasificadas como *spin-offs* o *start-ups* (RedOTRI, 2003) (59).

FIGURA 16. *Creación de empresas de origen universitario.*



Fuente: RedOTRI (2004).

NOTA: Los datos de 2003 son preliminares.

Como ya se ha mencionado en apartados anteriores, en el contexto nacional es la Ley 53/1984 de Incompatibilidades del Personal al Servicio de las Administraciones Públicas la que determina la coexistencia de las diferentes actividades del funcionario público que es el investigador universitario. En la actualidad, en Europa se barajan medidas que puedan disminuir el nivel de riesgo asumido por el emprendedor universitario, como contratos a tiempo parcial o posibilidad de retorno al puesto de trabajo anteriormente ocupado.

La actividad de creación de *spin-offs* está políticamente muy ligada al desarrollo regional. Aunque el número de empresas creadas a través de este sistema es bajo y su desempeño empresarial modesto en la mayoría de los casos, cumplen con la misión de estimular la iniciativa,

(59) En 2003 el número de *spin-offs* y *start-ups* se cifra en 87, cuando han aportado datos 38 de las 55 universidades que conforman la RedOTRI (datos procedentes del informe preliminar de la Encuesta RedOTRI de actividad de I+D+i 2003).

y de generar inquietud entre los investigadores por la valorización de los resultados de la I+D efectuada en la universidad.

3.5 Servicios técnicos y actividades de apoyo a la investigación

Otro instrumento de transferencia de tecnología asociado a las universidades y centros públicos de investigación son los **servicios técnicos y actividades de apoyo a la investigación**. Algunas de estas instituciones disponen de plataformas o instalaciones (laboratorios de ensayo o calibración...) que pueden ser utilizadas por agentes externos, y también de personal experto en su aplicación y funcionamiento. En los últimos años, la gestión de estos servicios ha mejorado, por lo que pueden suponerse altamente competitivos y disponibles para ser usados.

Diversas plataformas ligadas a nuevas tecnologías (genómica, proteómica, estructura R-M y RMN, química combinatoria, nanotecnologías, etc.), están siendo gestionadas por universidades o centros públicos de investigación. En COTEC (2003b) se señala la importancia de integrar estas plataformas en una Red nacional, de tal forma que se facilitara un procedimiento general de calidad, atendiendo a un manual de procedimientos homologados.

Como iniciativa regional de creación de redes de laboratorios que está en marcha en la Comunidad de Madrid, se puede destacar un servicio ofrecido por Madri+d (60), mediante el cual, en la actualidad, algunos OPIs (CIEMAT, INTA, CSIC) y las universidades públicas madrileñas, junto con el Instituto de Salud Carlos III, ofrecen la posibilidad de utilizar sus laboratorios de calibración y ensayo (61) y consultar a sus expertos.

3.6 Incentivos fiscales

La utilización de los incentivos fiscales (62) como forma de fomentar el desarrollo tecnológico y la innovación está en alza en el contexto internacional. Las actividades de I+D son desgravables en la mayoría de los países de la OCDE, mediante deducibilidad inmediata de los gastos corrientes (todos los países) y deducciones sobre los beneficios imponibles. Esta última medida se utiliza en 6 países en 2001, según OCDE (2004).

En España, vigente la Ley 55/1999 de 29 de diciembre de Medidas Fiscales, Administrativas y de Orden Social (63), se subvenciona por igual a las grandes y a las pequeñas empresas (según la OCDE, ambas obtienen una tasa de exención fiscal superior al 0,4% por cada dólar invertido en I+D).

(60) *El sistema madri+d* (<http://www.madrimasd.org>) es una red de trabajo y cooperación de las universidades y centros públicos de investigación, asociaciones y otras entidades públicas y privadas vinculadas a la I+D+I.

(61) *Más información en CM (2004):* Catálogo de la red de laboratorios 2004. Dirección General de Universidades e Investigación, Comunidad de Madrid.

(62) *Más información en MCYT (2002a):* Guía de incentivos fiscales. Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid.

(63) *La evolución de los incentivos fiscales en España* proviene de la Ley 61/1978 del Impuesto de Sociedades, que se modifica en 1991 (Ley 31/1991) y posteriormente con la Ley 43/1995 de 27 de diciembre (COTEC, 2003b).

La Ley 55/1999 (64) establece una deducción fiscal adicional del 10% de los gastos correspondientes a proyectos de I+D subcontratados a universidades, organismos públicos de investigación y centros de innovación y tecnología (centros tecnológicos). Además, establece un descuento de hasta el 10% de la adquisición de tecnología avanzada en forma de patente, *know-how* o diseño, y el mismo porcentaje deducible de los gastos de personal dedicado a la I+D.

Como ya se ha comentado, existen asimismo exenciones fiscales que favorecen la creación de nuevas empresas, y también la localización de las mismas en determinadas áreas geográficas.

Sin embargo, parece que las empresas susceptibles de beneficiarse de esta Ley, no la utilizan suficientemente, y en algunos casos, hasta desconocen los incentivos propuestos. En las empresas de más de 200 trabajadores, el 50% hacen uso de este instrumento, que es desconocido para el 15%. Sólo una tercera parte de las organizaciones de menor tamaño (200 y menos trabajadores) lo emplean, y un tercio afirman desconocer los incentivos (COTEC, 2004b (65)). La aplicación de los incentivos implica prácticas contables avanzadas, cuya instauración dentro de las organizaciones puede suponer un coste mayor que los beneficios fiscales que se obtengan.

4. Conclusiones

En general, las empresas españolas sufragan menos I+D que sus homólogas europeas (48,7% del total del gasto nacional en 2001 frente al 56,1% de la UE), aunque su contribución ha crecido en los últimos años. La financiación de la I+D efectuada en las instituciones de educación superior se aborda principalmente mediante fondos públicos, al igual que en la mayor parte de los países europeos. Según los últimos datos disponibles, sólo el 6,4% de la I+D nacional ejecutada por la Universidad está sostenida por empresas. Sin embargo, parece que existe una tendencia creciente por parte del sector empresarial a aumentar su participación en la financiación universitaria, hecho que indica que las empresas se muestran cada vez más interesadas en la explotación de los resultados de investigación procedentes de la Universidad. En el período 2000-2002, el 29% de las empresas españolas consideradas innovadoras cooperaron con universidades, siendo la Universidad el segundo agente preferido por las organizaciones que abordaron procesos de innovación, solamente superado por los proveedores.

En términos absolutos, la investigación universitaria representó en España, durante 2003, el 30,3% del total del gasto ejecutado en I+D, porcentaje superior al de la media de países europeos. Por otro lado, la Universidad es la principal productora de publicaciones científicas (60,84% del total en 2001), y reúne a más de la mitad de los investigadores existentes en el país (53,17% en 2003).

En cuanto a los modelos de transferencia de tecnología universidad-empresa, a partir del modelo de triple hélice, que dibuja la transferencia como un proceso dinámico en el que convergen los diferentes agentes del sistema nacional de innovación, se definen distintos mecanismos de relación entre estas dos organizaciones, de carácter "informal" o "formal". El flujo de

(64) *Relativa a la I+D, la Ley aumenta la deducción de la cuota íntegra del 20% al 30%, e incrementa del 40% al 50% la deducción de los gastos de I+D+I que excedan de la media de los efectuados en años anteriores.*

(65) *A partir de datos preliminares de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales.*

conocimiento que se establece a través de los primeros es altamente relevante, pero también los mecanismos formales (los más cuantificables) están cobrando cada vez más importancia.

Los mecanismos formales son numerosos y de diversa índole, y en función de los mismos, se pueden pergeñar diferentes modelos de transferencia de tecnología: el modelo de libre acceso, que engloba publicaciones y congresos y que en numerosas ocasiones se considera un medio de difusión más que de transferencia; el modelo basado en la cesión de licencias, el cual necesita la consecución de patentes y su posterior gestión; y el modelo basado en la innovación, que se subdivide en modelo interactivo (proyectos de colaboración e investigación conjunta), y modelo basado en la creación de nuevas empresas.

En esta contribución se inicia un recorrido sobre legislación que de alguna manera ha influido en las políticas relativas al fomento de la interacción entre universidad y empresa, partiendo de la Ley de la Ciencia (Ley 13/1986 de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica) y de su instrumento fundamental, el Plan Nacional. Pero sobre todo se hace hincapié en las leyes que regulan o han regulado las relaciones universidad-empresa. La antigua Ley de Reforma Universitaria (Ley 11/1983), cuya entrada en vigor supuso la institucionalización de los convenios de colaboración y los contratos con la empresa es, mediante su artículo 11, la antecesora de la situación regulatoria actual. En este momento, sigue vigente la Ley Orgánica de Universidades (Ley 6/2001), que hereda en su artículo 83 los propósitos del artículo 11 de la LRU, en el que se autoriza a los grupos de investigación y a su profesorado a celebrar contratos con personas para realizar trabajos, o desarrollar actividades específicas de formación, de acuerdo a los procedimientos que dicten los Estatutos de cada universidad.

En el marco del Plan Nacional 2000-2003, las acciones de apoyo a la transferencia de tecnología tuvieron lugar principalmente en el Programa Nacional de Apoyo a la Innovación y a la Transferencia de Tecnología. En estas páginas se han revisado las directrices del Plan Nacional 2004-2007 a este respecto. Por otra parte, la perspectiva autonómica se refleja en los Planes de I+D+I de las Comunidades Autónomas. Mediante otras iniciativas de carácter europeo, como determinados instrumentos activos en el VI Programa Marco de Investigación, Desarrollo y Demostración (Proyectos Integrados, las Redes de Excelencia o los Proyectos Específicos de Investigación e Innovación Focalizada) tiene lugar parte significativa de la colaboración entre Universidad y empresa.

En los últimos años, han surgido nuevas instituciones destinadas a apoyar la transferencia de conocimiento y la innovación (centros tecnológicos, parques científicos y tecnológicos, centros de apoyo al aumento de productividad mediante la modernización tecnológica, agrupaciones en red...). En el ámbito de la transferencia universidad-empresa, las estructuras de intermediación más destacadas son las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación. Todas las universidades españolas (y también los centros públicos de investigación) disponen de ellas. Entre sus actividades deseables están la asesoría en propiedad intelectual, la gestión de patentes y licencias, el enlace para contratos de investigación y el apoyo a la formación de *spin-offs*.

Los principales instrumentos o mecanismos de transferencia de tecnología de los que se sirve la Universidad son contratos, patentes y licencias, movilidad de recursos humanos, actividad de creación de *spin-offs*, servicios técnicos y actividades de apoyo a la investigación e incentivos fiscales. En España, el medio de transferencia universidad-empresa más empleado son los

contratos o convenios de colaboración, dada la poca proclividad del entorno a patentar. La actividad de creación de *spin-offs* es aún incipiente.

Como se puede observar, son múltiples los factores institucionales que influyen, condicionan o favorecen la transferencia de tecnología universidad-empresa. Aspectos legislativos, iniciativas políticas de diferentes ámbitos, y cultura organizacional tanto de la Universidad como de la empresa se entrelazan para conformar un marco de actividad en el que la transferencia de tecnología se lleva a cabo mediante diversos mecanismos. La situación actual de la Universidad española respecto a porcentaje de ejecución del gasto de I+D, productividad científica y número elevado de recursos humanos, y la tendencia favorable del sector productivo a la colaboración con esta institución, sugieren que la Universidad puede jugar un papel dominante en el crecimiento económico, sirviendo como fuente de nuevo conocimiento que permita la innovación y la mejora de la capacidad productiva del país.

5. Referencias

- Autio, E; Laamanen, T (1995): Measurement and evaluation of technology transfer: review of technology transfer mechanisms and indicators. *International Journal of Technology Management*, Vol.10, Issues 7/8. 648.
- Baron, S. (1990): Overcoming barriers to technology transfer. *Research Technology Management* 33, 1, 38-43.
- BHEF (2001): *Working together, creating knowledge. The University-Industry research collaboration initiative. Business-Higher Education Forum.*
<<http://www.sarima.co.za/docs/ace2001work.pdf>>, [20 de agosto de 2004].
- Bray, M.J.; Lee, J.N. (2000): University revenues from technology transfer: licensing fees vs. equity positions. *Journal of Business Venturing* 15, 385 – 392.
- Casar, J.R. (2004): Ciencia y tecnología en la Universidad Constitucional. *Revista "A distancia"*, vol.22, nº1, febrero 2004. UNED, Madrid.
- Castro, E.; Ramón, D. (2002): *La financiación de la Investigación en España.*
<<http://www.ingenio.upv.es/imagenes/Financiacion.pdf>>, [3 de septiembre de 2004].
- COM (1995): *Libro Verde de la Innovación.* Comisión Europea, Luxemburgo.
- COM (2002a): Good practice in industry-science relations. *Benchmarking papers*, nº 5 -2002. Comisión Europea, Luxemburgo.
- COM (2002b): Innovation tomorrow. *Innovation papers No 28.* Comisión Europea, Luxemburgo.

- COM (2003a): *El papel de las universidades en la Europa del conocimiento*. Comisión Europea, Bruselas.
- COM (2003b): *Third European Report on Science & Technology Indicators*. Comisión Europea, Luxemburgo.
- COM (2003c): *Towards a European Research Area. Science, Technology and Innovation. Key Figures 2003–2004*. Comisión Europea, Luxemburgo.
- COM (2004a): *Innovation in Europe. Results for the EU, Iceland and Norway*. Comisión Europea, Luxemburgo.
- COM (2004b): *Management of intellectual property in publicly-funded research organisations: Towards European Guidelines*. Comisión Europea, Luxemburgo.
- COM (2004c): *Technology Transfer Institutions in Europe. An overview*. Comisión Europea.
<http://europa.eu.int/comm/enterprise/enterprise_policy/competitiveness/doc/tti_typology.pdf>, [15 de mayo de 2004].
- Cooke, I.; Mayes, P. (1996): *Introduction to innovation and technology transfer*. Artech House Publishers, Norwood, MA.
- COTEC (2003a): *Documento para debate: situación en 2003 del Sistema Español de Innovación*. Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, Madrid.
- COTEC (2003b): Nuevos mecanismos de transferencia de tecnología. Debilidades y oportunidades del Sistema Español de Transferencia de Tecnología. *Encuentros Empresariales Cotec, nº 9*. Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, Madrid.
- COTEC (2004a): *El Sistema Español de Innovación. Situación en 2004*. Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, Madrid.
- COTEC (2004b): *Informe Cotec 2004. Tecnología e innovación en España*. Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, Madrid.
- EIRMA (2004): Effective collaborative R&D and knowledge transfer. *Special Conference on Effective collaborative R&D and knowledge transfer*, 5-6 febrero, Bruselas.
- Etzkowitz, H. (2000a): Tech transfer, incubators probed at Triple Helix III. *Research Technology Management* 43, 6, 4-5.

- Etzkowitz, H.; Leydesdorff, L. (2000b): The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy* 29, 109-123.
- Etzkowitz, H. (2003): Research groups as 'quasi-firms': the invention of the entrepreneurial university. *Research Policy* 32, 109-121.
- Fernández de Lucio, I.; Castro Martínez, E.; Conesa Cegarra, F.; Gutiérrez Gracia, A. (2000): Las relaciones Universidad-empresa: entre la transferencia de resultados y el aprendizaje regional. *Revista Espacios*. Caracas, Venezuela.
- Hidalgo, A.; León, G.; Pavón, J. (2002): *La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones*. Ed. Pirámide, Madrid.
- Lambert, R. (2003): *Lambert review of business-university collaboration. Final Report*. <<http://www.lambertreview.org.uk>>, [19 de agosto de 2004].
- Lee, J.; Win, H.N. (2004): Technology transfer between university research centers and industry in Singapore. *Technovation* 24, 433-442.
- MCYT (2002a): Guía de incentivos fiscales. Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid.
- MCYT (2002b): *Memoria de actividades*. <<http://www.mcyt.es/planidi/pdf/Memoria%20I%2BD%2BI-2002.pdf>>, [4 de septiembre de 2004].
- MCYT (2003): *Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007*. Volumen I: Objetivos y Estructuras. Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid.
- NSF (2004): *Science and Engineering Indicators 2004*. <<http://www.nsf.gov/sbe/srs/seind04/c5/c5s3.htm>>, [11 de octubre de 2004].
- OCDE (2002a): *Benchmarking industry-science relationships*. OCDE, París.
- OCDE (2002b): Rapporteurs' summary of the joint Netherlands-OECD expert workshop on the strategic use of IPRS by public research organizations. *Hague IPRS Workshop*, 24 de diciembre de 2002. Room-document 3. OCDE.
- OCDE (2002c): *Science, technologie et industrie. Perspectives de l'OCDE*. OCDE, París.
- OCDE (2003): *Turning Science into Business: patenting and licensing at public research organizations. An Overview*. OCDE, París.

- OCDE (2004): *Compendium statistique de la science et la technologie*. OCDE, Paris.
- Phillips, R.G. (2002): Technology business incubators: how effective as technology transfer mechanisms? *Technology in Society* 24, 299-316.
- RedOTRI (2001): *Balance de la Red OTRI. Año 2000*.
<<http://www.redotriuniversidades.net/documentos/balance00.pdf>>, [10 de mayo de 2004].
- RedOTRI (2002): *Encuesta Red OTRI 2001 de Universidades*.
<<http://www.redotriuniversidades.net/documentos/balance01.pdf>>, [10 de mayo de 2004].
- RedOTRI (2003): *Red OTRI de Universidades. Informe de actividad 2002*.
<<http://www.redotriuniversidades.net/documentos/balance02.pdf>>, [10 de mayo de 2004].
- RedOTRI (2004): Informe de actividades 2003. *Conferencia anual de la Red OTRI Universidades*. Granada, 26-28 mayo de 2004.
- Rogers, E.M.; Takegami, S.; Yin, J. (2001): Lessons learned about technology transfer. *Technovation* 21, 253-261.
- Rubiralta, M.; Vendrell, M. (2002): Hacia un nuevo modelo de transferencia de los resultados de la investigación universitaria. *Revista Madri+d*, No. 13.
<<http://www.madrimasd.org/revista/revista13/tribuna/tribunas1.asp>>, [22 de junio de 2004].
- Santoro, M.D.; Gopalakrishnan, S. (2000): The institutionalization of knowledge transfer activities within industry-university collaborative ventures. *Journal of Engineering and Technology Management*. Vol. 17, Iss. 3,4; p. 299.
- Santoro, M.D.; Chakrabarti A. K. (2002): Firm size and technology centrality in industry-university interactions. *Research Policy* 31, 1163-1180.
- Siegel, D.S.; Waldman, D.A.; Atwater, L.E.; Link, A.N. (2003): Commercial knowledge transfers from universities to firms: improving the effectiveness of university-industry collaboration. *Journal of High Technology Management Research* 14, 111-133.

Capítulo 2

Tecnologías de la Información y Comunicaciones para las personas mayores

Resumen ejecutivo (76)

1. Las personas mayores: Análisis demográfico (78)

- 1.1. La población europea (78)
- 1.2. Aproximación socioeconómica (80)

2. Políticas para las personas mayores (83)

- 2.1. Políticas a nivel mundial (83)
- 2.2. Políticas europeas (84)
- 2.3. Política nacional (85)
- 2.4. Política regional de la Comunidad de Madrid (87)

3. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones como fuente de aportación de soluciones (88)

- 3.1. Soluciones para mejorar los procesos asistenciales (88)
- 3.2. Soluciones domóticas para incrementar la autonomía (91)
- 3.3. Soluciones para facilitar la comunicación y la difusión de información (92)

4. Infraestructuras necesarias para la implantación de las soluciones TIC (94)

- 4.1. Sensores y actuadores (94)
- 4.2. Interfaces de usuario (94)
- 4.3. Redes de Comunicación (95)

5. Aspectos generales a considerar en la implantación de las soluciones TIC (97)

5.1. Principales causas de la inexistencia de servicios comerciales (97)

5.2. Claves para la implantación (98)

6. Algunas posibles áreas de actuación (99)

6.1. Multiservicio en pequeñas poblaciones (100)

6.2. Servicios Residenciales a Domicilio (101)

6.3. Servicios para Centros de Día (102)

6.4. Las TIC en los servicios socio-sanitarios (103)

6.5. Servicios asociados a la movilidad (103)

6.6. Otras líneas complementarias (104)

7. Conclusiones (104)

8. Referencias (105)

Resumen ejecutivo

La población española envejece, lo que implica que no sólo hay cada vez más personas mayores sino que éstas son cada vez más mayores. Este doble efecto del envejecimiento, cuya tendencia aumentará en los próximos años, está generando una paulatina concienciación social, tanto de las instituciones como de los propios ciudadanos: las primeras porque tienen la responsabilidad del cuidado de las personas mayores, y los segundos porque son conscientes de que en un futuro, más o menos lejano, formarán parte de este colectivo.

En la España del siglo XXI todavía hay personas mayores que están deficientemente asistidas: pensiones insuficientes, cobertura de las prestaciones sociales escasa, viviendas mal acondicionadas, zonas rurales que viven en el aislamiento... medios insuficientes, en definitiva. Sin embargo, es evidente el incremento paulatino del nivel y la calidad de vida de las personas mayores (el poder adquisitivo de las pensiones se mantiene o aumenta, la cobertura sanitaria es elevada, la cantidad y calidad de las prestaciones sociales se incrementa), gracias, en parte, a la transferencia a las Comunidades Autónomas de las competencias en materia de política social, que ha aproximado las acciones institucionales a los problemas reales. Así, las personas mayores, más sanas, más autónomas y con mayor capacidad económica, se están transformando en un colectivo demandante de servicios especializados en relación con el ocio, la cultura, la vida saludable y las relaciones personales.

En este contexto, muchos de estos servicios que demandan las personas mayores pueden prestarse utilizando las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Las TIC abren un campo enorme de posibilidades, tanto en difusión de información como en capacidad de conexión directa entre el prestador del servicio y el usuario potencial. En los últimos tiempos, las Administraciones han centrado sus esfuerzos en crear una infraestructura básica de comunicaciones, y es ahora cuando están intentando aprovechar la capacidad de las TIC como herramienta de gran valor para mejorar la eficiencia de los servicios asistenciales que prestan a las personas mayores.

Sin embargo, a pesar de la enorme potencialidad de estas tecnologías, existen una serie de barreras que es necesario franquear para que su uso generalizado sea una realidad. Estas barreras se pueden agrupar en dos conjuntos. El primero deriva del escaso contacto que las personas mayores han tenido con las TIC, dado el reciente desarrollo de estas tecnologías; por tanto, se hace necesario una tarea de sensibilización y formación a las personas mayores, para evitar el rechazo a su utilización. El segundo conjunto de barreras está relacionado con la falta de adaptabilidad de las tecnologías a los usos concretos que requieren las personas mayores. Por tanto, surge la necesidad de potenciar desarrollos de I+D destinados a adaptar y adecuar las TIC a las personas mayores.

El objetivo del presente estudio es identificar unas áreas de actuación donde podrían implantarse una serie de servicios para mayores relacionados con las TIC. Con tal fin, se ha estructurado en tres partes. En la primera, que comprende las secciones 1 y 2, se realiza un análisis de las estructuras sociodemográficas y económicas relacionadas con las personas mayores, así como de las políticas desarrolladas en los niveles mundial, europeo, nacional y regional dirigidas a este colectivo. En una segunda parte del estudio, formada por las secciones 3, 4 y 5, se analizan las distintas soluciones tecnológicas, evidenciando sus ventajas y sus limitaciones de cara a la mejora de la calidad de vida de los mayores.

Por último, en la sección 6, se exponen una serie de posibles áreas de actuación donde podrían implementarse una serie de servicios para mayores basados en TIC.

1. Las personas mayores: Análisis demográfico

1.1 La población europea

La estructura demográfica de la Unión Europea formada por los 15 Estados miembros presenta una tendencia de crecimiento durante el primer cuarto del siglo XXI y un progresivo decrecimiento durante el segundo cuarto, como se ve en la *tabla 1*. Un factor clave del aumento de población desde los años 90 y hasta aproximadamente 2020 es la inmigración (responsable, de alrededor del 75% del incremento de población en 1999). Sin embargo, si las tendencias actuales de natalidad, mortalidad y migración –las tres variables demográficas básicas– se mantienen, es previsible que en un futuro próximo la población se estanque e incluso descienda, alcanzando su techo hacia el año 2020 y disminuyendo hasta que en 2040 se encuentre en unos niveles similares a los actuales.

T1. PROYECCIONES DE POBLACIÓN EU-15 (MILES DE HABITANTES)

2000	2005	2010	2015	2020	2030	2040	2050
376 171,5	380 193,6	383 397,5	385 185,5	385 984	384 572,6	377 615	364 484,9

Fuente: EUROSTAT (2003).

Entre esta población cada vez hay más personas de edad avanzada (en 1995 la edad media era de 38,3 años y en 2015 será de 41,8 años (1)), de forma que en la actualidad más de 70 millones de personas son mayores de 60 años en los 15 Estados miembros (casi la quinta parte de la población total). El progresivo envejecimiento de la población europea se materializa en que casi un tercio de la misma es mayor de 50 años, y en 2020 se prevé que alrededor del 7% sea mayor de 65 años y alrededor de 20 millones de personas sean mayores de 80 años (2). Además, en 2050 los mayores de 60 años serán el 37% de la población y el 10% tendrá más de 80 años (3). Así, por primera vez en la historia de la humanidad, es posible encontrar cuatro generaciones viviendo el mismo tiempo.

Esta evolución demográfica hacia el progresivo envejecimiento de la población europea se debe a dos factores principales: las tasas de natalidad decrecientes y las esperanzas de vida cada vez más altas (*Tabla 2*). Esta tendencia no cambiará mientras la tasa de natalidad no alcance el valor necesario de reemplazo generacional, que debe ser de 2,1 hijos/mujer y que en la actualidad es de 1,59 (4).

(1) COM(2002b).

(2) Dirección General de Empleo y Asuntos Sociales de la Comisión Europea.

(3) COM(2002b).

(4) Dirección General de Empleo y Asuntos Sociales de la Comisión Europea.

T2. ESPERANZAS DE VIDA EU-15 AL NACER (1960-2000)

	1960	1970	1980	1985	1990	1995	1999	2000
Mujeres	72,9	74,7	77,2	78,4	79,4	80,4	81,1	81,4
Hombres	67,4	68,4	70,5	71,8	72,8	73,9	74,9	75,3

Fuente: EUROSTAT (2003).

Al mismo tiempo, se está produciendo también una "feminización" del envejecimiento europeo, ya que la esperanza de vida de las mujeres es más de 6 años superior a la de los hombres y hay un 50% más de mujeres que de hombres mayores de 60 años.

La ampliación de la Unión Europea en mayo de 2004 no parece modificar demasiado estas tendencias, pues los diez países que han entrado a formar parte de la UE presentan unas características demográficas similares a las de los primeros 15 Estados miembros.

1.1.1 Comparación con las poblaciones de Estados Unidos y Japón

Si se compara la población europea y su evolución con la de Estados Unidos o la de Japón, la conclusión más inmediata es que el envejecimiento demográfico es una característica común a todas las áreas geográficas. Sin embargo, existen importantes diferencias tanto en intensidad como en velocidad.

Actualmente es Europa quien presenta un mayor porcentaje de personas mayores de 65 años, pero Estados Unidos y Japón experimentarán en los próximos 20 años un incremento espectacular de este segmento poblacional. Sin ir más lejos, las previsiones para 2025 apuntan a que el 30% de la población de Europa y Japón tendrá más de 60 años, mientras que en Estados Unidos esta edad la tendrán el 25% de la población.

1.1.2 Comparación con la población española

En España la evolución de la población entre los años 1991 y 2001, y la proyección a 2025, también refleja una clara tendencia hacia el envejecimiento, en detrimento del porcentaje de población más joven, como se aprecia en la siguiente *tabla 3*.

T3. PORCENTAJE DE POBLACIÓN ESPAÑOLA SEGÚN GRUPOS DE EDAD (1991-2025)

	1991	1995	2000	2001	2002	2005	2010	2015	2020	2025
0 – 15	20,45	17,75	15,80	15,66	15,60	15,65	15,94	16,13	15,40	14,12
16 – 64	65,44	66,74	67,27	67,27	67,26	67,07	66,17	65,05	64,73	64,20
+ de 65	14,11	15,51	16,93	17,07	17,14	17,28	17,89	18,82	19,88	21,68

Fuente: INE. Anuario estadístico de España 2002-2003.

Asimismo, al igual que en Europa, existe una feminización a medida que la población envejece.

1.1.3 La población de la Comunidad de Madrid

La dimensión regional del cambio demográfico en Europa tiene una gran importancia. Por ejemplo, muchas regiones ya sufrían un estancamiento de la población antes de que terminara el siglo pasado; concretamente, en España, las Comunidades Autónomas de Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco, Castilla y León, La Rioja y Aragón comenzaron su declive poblacional antes de 2000, Navarra y Cataluña lo comenzarán entre 2000 y 2015 y en el resto de Comunidades Autónomas se producirá después de 2015 (5). Esto se debe en parte a que todas las regiones de España tienen una tasa de natalidad inferior al valor de reemplazo generacional. En especial, la Comunidad de Madrid tenía entre 1990 y 1994 una tasa de natalidad de 0,90 a 1,25 hijos/mujer (6).

En la Comunidad de Madrid, en 1996 un 13,6% de la población eran personas mayores de 65 años, en 2001 había un 14,8% y se prevé que en 2006 alcance un 15,7% (7). Teniendo en cuenta que la esperanza de vida al nacer, en 1999, era de 83,79 años las mujeres y 76,47 años los varones (8), una de las más altas de España, cabe esperar que también se produzca en Madrid el fenómeno de la feminización del envejecimiento.

1.2 Aproximación socioeconómica

Además de los datos demográficos existe otro conjunto de indicadores que debe tomarse en consideración para reflejar las características generales de las personas mayores. Los más relevantes, extraídos del Plan de Acción para las Personas Mayores 2003-2007, se exponen en los apartados sucesivos.

1.2.1 Vivienda y formas de convivencia

El porcentaje de familias que posee una vivienda en propiedad es mucho mayor en España que en el resto de los países de la Unión Europea. Concretamente, el 82,6% de la población española reside en vivienda propia, y este porcentaje apenas varía si se trata de personas mayores: el 82,1%. Este dato refleja la gran cantidad de personas mayores que vive de forma autónoma en su propia casa, bien sea solas, con su cónyuge o con otras personas, de la familia o no. Sin embargo, la edad reduce significativamente la posibilidad de vivir de este modo: entre los 65 y 69 años el 92,6% de las personas mayores viven de forma autónoma, mientras que entre los mayores de 79 años, únicamente lo hacen el 50,9%.

La proporción de mayores que viven solos, según la encuesta de presupuestos familiares, en 1998 era del 12,6%, mientras que en 2001 englobaban el 20,1% de la población mayor de 65 años. Otra forma de convivencia resulta del alargamiento de la presencia de los hijos en los hogares: el 28,5% de las personas de 65 a 69 años vive con alguno de sus hijos y de entre los 70 y 74 años lo hace el 17,4%.

(5) COM (2001c).

(6) COM (2002b).

(7) Dirección General del Mayor de la Consejería de Servicios Sociales. Comunidad de Madrid.

(8) INE. Datos de población 2002.

1.2.2 Nivel de formación y actividades

A pesar de que en las últimas décadas en España ha aumentado el nivel de formación de la sociedad en general, este hecho no ha alcanzado a las personas mayores. Según la Encuesta de Población Activa del cuarto trimestre de 2003, la gran mayoría de las personas mayores de 65 años (cerca del 45%) únicamente poseen los estudios primarios, registrándose un importante analfabetismo (el 15%) entre las mujeres mayores de 70 años.

En cuanto a los gustos acerca de a qué dedicar el tiempo libre, se puede concluir que una gran parte de las personas mayores (66,5%) prefiere pasar su tiempo libre en compañía de su familia, frente al 10,9% de las personas que prefiere pasarlo con sus amigos. Otro aspecto a destacar es que la mayoría se decanta por un ocio activo, con actividades programadas, mientras que el 18,6% de las personas mayores prefiere no programar ninguna actividad para su tiempo de ocio (9).

A medida que avanza la edad, y la salud se deteriora, disminuye el porcentaje de mayores que realizan actividades fuera de casa.

1.2.3 Discapacidades

Las personas mayores suelen tener algún tipo de discapacidad, bien provocado por la edad o por alguna enfermedad (ver *tabla 4*). En el año 1999 había en la Comunidad de Madrid 751.468 personas mayores de 65 años, de las cuales 197.804 tenían algún tipo de discapacidad, lo que representa el 26,32% de la población de más de 65 años (10).

1.2.4 Prestaciones de protección social

En España, el capítulo más importante de las prestaciones de protección social es el de las pensiones, que supone algo más de la mitad del total. Pero no solamente a través de las pensiones las personas mayores reciben servicios de prestación social. Existe todo un conjunto de servicios sociales específicos para personas mayores, que se prestan a través de las Comunidades Autónomas y de los Ayuntamientos, y que en la última década han visto aumentado su presupuesto y, por tanto, su cobertura, de forma considerable.

El primer paquete de servicios específicos para personas mayores es el de **Servicios de Atención a Domicilio**, cuyo objetivo es la permanencia del mayor en su entorno habitual. De todos los servicios que se engloban en él, los más utilizados son el Servicio Público de Ayuda a Domicilio y el Servicio Público de Teleasistencia. Algunos datos de ámbito nacional se presentan en la siguiente *tabla 5*.

(9) *Plan de Acción para las Personas Mayores 2003-2007. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.*

(10) *Encuesta sobre discapacidades, deficiencias y estado de salud 1999. INE.*

T 4. TIPOS DE DISCAPACIDADES ENTRE LA POBLACIÓN MAYOR DE 65 AÑOS

Tipo de discapacidad	% Sobre el total
Ver	33,67
Oír	32,11
Comunicarse	12,56
Aprender, aplicar conocimientos y desarrollar tareas	16,14
Desplazarse	39,06
Utilizar brazos y manos	31,10
Desplazarse fuera del hogar	65,17
Cuidar de sí mismo	27,11
Realizar tareas del hogar	50,62
Relacionarse con otras personas	16,28
Total	100,00

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE. Encuesta sobre discapacidades, deficiencias y estado de salud 1999.

T 5. INDICADORES DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE ATENCIÓN A DOMICILIO (2002) (11)

	Servicio Público de Ayuda a Domicilio	Servicio Público de Teleasistencia
Índice de cobertura	2,80 % de personas de 65 y más años	1,48 % de personas de 65 y más años
Perfil de usuario	Mujeres y mayores de 80 años de ambos sexos	
Funcionalidad principal	Cuidados personales y tareas domésticas	Telealarma
Evolución enero 1999 - enero 2002	75% de incremento de usuarios	114,75% de incremento de usuarios

Elaboración propia a partir del documento *Las Personas Mayores en España. Informe 2002*.

El segundo paquete de servicios específicos para personas mayores es el de **Servicios de Atención Diurna**. Los dos servicios que se engloban en él son los Centros de Día y los Hogares y Clubes. Algunos datos de ámbito nacional son los siguientes (12):

- Los Hogares y Clubes son utilizados por el 38% de las personas mayores de 65 años, de los cuales el 54,75% son mujeres.
- En enero de 2002 existían 956 Centros de Día y 18.639 plazas, de las cuales el 55% eran públicas y el 45% restante tenían financiación y gestión privadas.
- El 67% de los usuarios de los Centros de Día son personas mayores de 80 años.

El tercer paquete de servicios específicos para personas mayores es el de **Servicios de Atención Residencial**. Algunos datos de ámbito nacional son los siguientes:

(11) Elaboración propia a partir del documento *Las Personas Mayores en España. Informe 2002*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

(12) *Plan de Acción para las Personas Mayores 2003-2007*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

- En enero de 2002 existían 4.802 Centros Residenciales y 239.761 plazas.
- El índice de cobertura era de 3,4 plazas por cada 100 personas mayores de 65 años, de las cuales 1,4 eran cofinanciadas por el sector público y 2 eran financiadas por el usuario.
- El 63% de las plazas cofinanciadas eran para personas dependientes.

El cuarto y último paquete de servicios específicos para personas mayores es el de **Sistemas Alternativos de Alojamiento**. Los dos servicios más importantes que se engloban en él son las Viviendas Tuteladas y el Acogimiento Familiar. Estos servicios son de reciente creación, por lo que no se dispone de datos fiables sobre su cobertura; sin embargo, su creciente demanda hace prever que la implantación nacional en los próximos años se generalice.

Como conclusión, podemos decir que aunque se ha producido un incremento muy importante en la cantidad y calidad de los servicios sociales ofrecidos a las personas mayores, es necesario realizar un esfuerzo aún mayor para poder cubrir la enorme demanda de este tipo de servicios que se avicinará en los próximos años. Resulta primordial, antes que aumentar las prestaciones económicas destinadas a este colectivo, favorecer el diseño y desarrollo de programas que faciliten que la persona mayor pueda envejecer en su propio entorno y con una calidad de vida digna, alargando lo máximo posible su permanencia en su domicilio y evitando de ese modo su institucionalización.

2. Políticas para las personas mayores

2.1 Políticas a nivel mundial

La Organización Mundial de la Salud (OMS) es la primera institución de ámbito mundial que se ocupa de la cuestión global del envejecimiento de la población. Fue precisamente la OMS, quien en 1999 adoptó por primera vez el término **Envejecimiento Activo** como *"el proceso por el cual se aprovechan y optimizan las oportunidades que favorecen el mantenimiento del bienestar físico, social y mental durante toda la vida con el objetivo de ampliar la esperanza de vida saludable, la productividad y la calidad de vida en la vejez. El concepto de envejecimiento activo refleja el compromiso de la OMS de mantener y reforzar la independencia, la participación social, el bienestar emocional y la salud física"*.

La Primera Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento tuvo lugar en Viena, los días 26 de julio a 6 de agosto de 1982. En este evento, promovido por las Naciones Unidas, fue aprobado el Plan Internacional de Acción sobre el Envejecimiento de Viena, también llamado "Plan de Viena", con el objetivo de reforzar la capacidad de los gobiernos y de la sociedad civil para abordar la cuestión del envejecimiento de la población.

Más adelante, el 16 de diciembre de 1991 la Asamblea General de Naciones Unidas adopta la Resolución 46/91, que incluye dieciocho Principios de Naciones Unidas a favor de las Personas Mayores y *"alienta a los Gobiernos a que los introduzcan en sus programas nacionales cada*

vez *que sea posible*". Estos principios abarcan los siguientes cinco aspectos relacionados con la situación de las personas mayores:

- Dignidad.
- Independencia.
- Autorrealización.
- Participación.
- Cuidados asistenciales.

La Segunda Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento se celebró en Madrid los días 8 a 12 de abril de 2002. De esta Asamblea surge una Declaración Política y el Plan de Acción Internacional de Madrid sobre el Envejecimiento 2002 (13), que los Estados representados se comprometen a aplicar. Este Plan se estructura en 3 Orientaciones Prioritarias:

- La incorporación del envejecimiento al diseño de los planes de desarrollo nacionales.
- La concepción de envejecimiento activo como elemento clave del mantenimiento de la independencia y la capacidad funcional.
- El refuerzo de los entornos de apoyo, la consolidación de los vínculos y relaciones entre generaciones, la importancia de la familia como base social y suministradora de cuidados a sus miembros dependientes y, finalmente, la necesidad de adaptación de las ciudades a las necesidades de las personas.

En línea con este Plan de Acción Internacional de Madrid, la OMS lanza en 2002 el documento "Envejecimiento Activo - Un Marco de Políticas", en el que describe sus criterios y perspectivas para un envejecimiento saludable a lo largo de toda la vida.

Otros referentes de ámbito mundial que indican directrices a cumplir por parte de los Estados en relación con las personas mayores son los siguientes:

- El Foro científico de Valencia celebrado en abril de 2002, congregó a expertos, investigadores y especialistas en gerontología y geriatría, con el fin de obtener sus aportaciones y experiencias sobre cómo abordar las cuestiones del envejecimiento.
- El Foro Mundial de ONGs sobre el Envejecimiento, celebrado en Madrid en abril de 2002, generó un documento titulado "El Desarrollo y los Derechos de las Personas Mayores", por el que se establecieron unas Recomendaciones relacionadas, entre otros aspectos, con la pobreza, el género, el bienestar y la participación social, la salud o la protección ante situaciones de abuso o maltrato.

2.2 Políticas europeas

Europa se enfrenta al reto del envejecimiento de su población formulando todo un conjunto de respuestas institucionales relacionadas con la jubilación, regímenes de pensiones, servicios

(13) Más información en <http://www.imsersomayores.csic.es/documentos/documentos/onu-informe-01.pdf>

sanitarios especializados, asistencia en centros residenciales, etc. El objetivo último de estas políticas consiste en manejar el rápido cambio en la estructura demográfica de la población de forma tal que se asegure la integración social de las personas mayores.

Desde la primera vez que se trató la situación de las personas mayores, en la Resolución del Parlamento Europeo de 18 de febrero de 1982, se ha avanzado mucho. Actualmente la lucha contra la discriminación por motivos de edad está integrada en el Tratado CE (artículo 13, modificado por el Tratado de Amsterdam) y en la Carta de los Derechos Fundamentales (aprobada en Niza el 7 de diciembre de 2000, artículos 21 y 25), y la respuesta de la Unión Europea al envejecimiento se inscribe en el marco de una estrategia global presentada en el Consejo Europeo de Lisboa y refrendada en los Consejos Europeos de Niza, Estocolmo, Gotemburgo y Laeken.

La estrategia de la Unión Europea de cara al envejecimiento se fundamenta en dos pilares básicos:

- **La solidaridad entre generaciones**, aprovechando al máximo las posibilidades de todos los ciudadanos y partiendo de la premisa de que el envejecimiento es un problema que concierne al conjunto de la sociedad. Esta estrategia, basada en un planteamiento que tome en consideración todas las etapas de la vida, se materializa en políticas y prácticas en favor del envejecimiento activo (aprendizaje permanente, prolongación de la vida activa, promoción de una jubilación más tardía y progresiva, potenciación de la jubilación activa y fomento de actividades que promuevan las capacidades y el estado de salud de las personas mayores).
- **El principio de subsidiariedad**, según el cual la Unión Europea considera que tanto la competencia legislativa como las actuaciones relacionadas con las personas mayores se desarrollan de manera más efectiva cuando se planifican y ejecutan por los Estados miembros. Por tanto, la Unión básicamente apoya iniciativas y no actúa excepto para los ámbitos de su competencia exclusiva. El papel de la Unión es actuar de catalizador, promotor y nexo de unión para el intercambio de conocimiento y experiencias, así como de impulsor de iniciativas promovidas por agentes de diverso tipo pertenecientes a los Estados miembros.

2.3 Política nacional

Las directrices de la política española en materia de prestaciones de protección social a las personas mayores las fija el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales a través del Instituto de Migraciones y Servicios Sociales (IMSERSO), la Entidad Gestora de la Seguridad Social que gestiona Servicios Sociales complementarios de las prestaciones del Sistema de Seguridad Social en materia de mayores, discapacidad y migraciones. El IMSERSO depende de la Secretaría General de Asuntos Sociales.

El primer marco general de actuación en política integral de protección social dirigida a las personas mayores que se puso en marcha fue el Plan Gerontológico 1992. La evaluación del Plan y el análisis de la situación actual del colectivo poblacional de las personas mayores ha permitido detectar las necesidades no cubiertas y las demandas no satisfechas y, por tanto, ha posibilitado diseñar los objetivos del siguiente Plan: el Plan de Acción para las Personas Mayores 2003-2007, aprobado por el Consejo de Ministros de 29 de agosto de 2003.

El nuevo Plan surge como consecuencia del traspaso de competencias a las Comunidades Autónomas en servicios sociales, sanidad, educación, etc., de los retos nuevos a los que se enfrenta el colectivo de las personas mayores y de las directrices emanadas de distintos foros y eventos internacionales, celebrados en relación con este colectivo, como la II Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento (celebrada en Madrid en abril de 2002), el Foro Mundial de ONGs, el Foro científico de Valencia, la Conferencia de Berlín, etc.

El Plan de Acción para las Personas Mayores 2003-2007 se inspira en seis principios básicos. Los cinco primeros son los ya citados principios de las Naciones Unidas en favor de las Personas Mayores (Dignidad, Independencia, Autorrealización, Participación y Cuidados Asistenciales). El sexto principio es el Principio de Cooperación, que está relacionado con las estrategias del propio Plan y tiene en cuenta la realidad del Estado de las Autonomías y del traspaso de competencias a las Comunidades Autónomas. Se basa en el hecho de que es necesario encontrar los mecanismos que permitan compatibilizar las exigencias de cada Administración implicada sin menoscabo del ejercicio de sus respectivas competencias.

El Plan de Acción para las Personas Mayores 2003-2007 está estructurado en 4 áreas de actuación que abarcan 38 estrategias, desglosadas a su vez en 138 medidas. Sin ánimo de resultar exhaustivos, a continuación se exponen estas áreas junto con los objetivos que se pretende alcanzar en cada una de ellas (14):

- **Área de igualdad de oportunidades, que presenta dos objetivos:**
 - Promover la autonomía y la participación plena de las personas mayores en la comunidad, en base a los principios del Envejecimiento Activo.
 - Avanzar en las políticas de protección de las personas mayores en situación de dependencia.
- **Área de cooperación, con tres objetivos:**
 - Establecer mecanismos o instrumentos estables permanentes de colaboración interadministrativa y mejorar los existentes para el logro de objetivos que exigen una actuación conjunta.
 - Impulsar mecanismos de cooperación y de participación con la sociedad civil.
 - Desarrollar mecanismos eficaces de cooperación internacional a favor de las personas mayores.
- **Área de formación especializada, que pretende:**
 - Impulsar la formación y cualificación de profesionales.
 - Desarrollar programas de acciones formativas dirigidas a mejorar la capacitación de los cuidadores informales.
- **Área de informe e investigación, cuyos objetivos son:**
 - Garantizar a los diferentes sectores de la sociedad el acceso a una información adecuada e integral sobre las personas mayores.

(14) *Plan de Acción para las Personas Mayores 2003-2007.*

- Garantizar a las entidades públicas y privadas interesadas, a través del Observatorio de Mayores, una información suficiente, validada y comparable sobre diversos aspectos relacionados con las personas mayores.
- Impulsar la investigación gerontológica interdisciplinar y el intercambio de experiencias a nivel nacional e internacional.

2.4 Política regional de la Comunidad de Madrid

La Comunidad de Madrid implementa las acciones de apoyo a las personas mayores a través de la Dirección General del Mayor de la Consejería de Servicios Sociales. Actualmente está en vigor el Plan de Mayores, compuesto por 3 líneas estratégicas que abarcan 13 programas, desglosados a su vez en 25 medidas. A continuación se exponen las líneas y un resumen de los programas y medidas que pretende incluir.

1. Mantenimiento de la persona mayor en el entorno familiar y comunitario, de modo que permanezca en su entorno habitual el máximo tiempo posible y en las mejores condiciones. Incluye los programas:
 - Servicio de Ayuda a Domicilio.
 - Servicio de Teleasistencia (referido al servicio de telealarma).
 - Apoyo a familias, con estancias temporales en residencias, acogida por vacaciones de las familias, programas de respiro para los familiares durante los fines de semana o el programa ALOIS (apoyo a familiares de enfermos de Alzheimer).
 - Atención asistencial diurna, a través de Centros de Día.
 - Ayudas complementarias, que incluye diversas prestaciones económicas o en especie para realizar instalaciones, reparaciones o diversos tipos de emergencias en el domicilio.
2. Alojamiento alternativo y atención especializada para aquellas personas mayores que ya no pueden mantenerse en su entorno. Incluye los programas:
 - Formas alternativas de convivencia (pisos tutelados, alojamientos con otras familias).
 - Centros Residenciales de la Tercera Edad.
3. Corresponsabilidad social y colaboración interinstitucional, con el objetivo de facilitar la integración de las personas mayores en la vida social mediante su participación, creando los cauces adecuados y apoyando las iniciativas que surjan del propio colectivo. Incluye los programas:
 - Participación y protección de los derechos de los mayores, a través del Consejo Regional de Mayores (órgano colegiado de carácter consultivo que sirve de cauce de participación de las personas mayores en las políticas de la Administración Autonómica que les conciernen).
 - Información y difusión, a través del Teléfono del Mayor (servicio integrado y gratuito de información telefónica para personas mayores).

- Programas de desarrollo personal mediante la promoción de actividades educativas y culturales.
- Adecuación y mejora de la accesibilidad y la movilidad de los espacios físicos.
- Voluntariado social de los mayores.
- Formación e investigación: programas de la Universidad Complutense, Universidad Carlos III, Informática para Mayores, Vida Activa.

3. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones como fuente de aportación de soluciones

Una vez consideradas las perspectivas demográficas y socioeconómicas de las personas mayores, y realizada una pequeña revisión de las políticas que les afectan, procede ahora analizar las posibilidades de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) a la hora de mejorar las condiciones de vida de las personas mayores. La implantación de las TIC en el ámbito de la atención a las personas mayores, proporciona tres tipos de soluciones distintas, pero relacionadas:

- Soluciones para mejorar los procesos asistenciales a las personas mayores.
- Soluciones para incrementar la autonomía de las personas mayores en su lugar de residencia.
- Soluciones para facilitar la comunicación y la difusión de información.

En los próximos apartados se exponen los servicios incluidos en cada grupo de soluciones.

3.1 Soluciones para mejorar los procesos asistenciales

La teleasistencia domiciliar es un servicio que utiliza las tecnologías de la información y las comunicaciones con objeto de monitorizar y evaluar las necesidades de los usuarios, ofreciéndoles asistencia rápida y personalizada, favoreciendo de ese modo su permanencia en el lugar habitual de residencia.

Estas soluciones cuentan con multitud de servicios posibles que se agrupan en teleasistencia médica y teleasistencia social.

3.1.1 Teleasistencia médica

La teleasistencia médica es la prestación de servicios de asistencia sanitaria de forma remota. Con tal fin se establece una comunicación entre el usuario y el personal médico, en la cual puede existir envío de parámetros físicos relevantes, tales como temperatura, pulso o tensión. Algunos de los servicios más representativos que se engloban en este grupo de soluciones son:

Servicios de teleconsulta y diagnóstico domiciliarios

Permiten a la persona mayor realizar una consulta médica desde su propio domicilio, con el fin de valorar su estado de salud, la eficacia de los tratamientos prescritos, conocer la evolución de los síntomas o tomar decisiones sobre actuaciones futuras. La consulta se realiza a través de videoconferencia y no implica la transmisión de datos sobre constantes vitales.

Servicios de telemedicina domiciliaria

Estos servicios implican teleconsulta con transmisión de constantes vitales e interacción en línea entre el facultativo y el mayor. Los más relevantes son los siguientes:

- **Telemonitorización.** Se trata de sistemas que monitorizan constantes vitales u otros parámetros de interés y los transmiten a un receptor, de modo que el médico pueda consultarlos. La monitorización puede realizarse de forma continua o puntual. En el caso de toma continua de medidas (pulso, tensión arterial o temperatura, entre otras), el usuario lleva permanentemente un dispositivo (por ejemplo, a modo de reloj) que realiza las medidas y almacena los datos. Estos datos se envían periódicamente al médico, siendo posible programar alarmas en caso de que determinados valores excedan los límites aconsejables. El médico también puede consultar remotamente los datos en cualquier momento. En el caso de toma puntual de medidas, es necesaria la colaboración del paciente para que el médico pueda medir los parámetros remotamente. Es el caso, por ejemplo, de empleo de glucómetros o espirómetros, que miden los niveles de glucosa o capacidad respiratoria respectivamente.
- **Telecontrol domiciliario.** Permite al facultativo gestionar de forma remota los dispositivos médicos instalados en el domicilio del paciente. Por ejemplo, el médico puede controlar una cámara de videoconferencia para observar con detalle al paciente y su entorno, lo cual puede ser de gran ayuda cuando se trata de pacientes con dificultad de movimientos o con problemas neurológicos.
- **Alarmas personales.** Son aquellas que realizan un seguimiento de la persona mayor, para comprobar su estado de salud. Pueden ser:
 - **Biológicas:** monitorizan parámetros biológicos de la persona como el ritmo cardíaco o la temperatura.
 - **Monitorización de estilos de vida y generación de patrones.** Se trata de monitorizar los movimientos habituales de la persona y lanzar una alarma en caso de la interrupción anómala de éstos, provocado por una inactividad prolongada, una caída o una desorientación repentina. Mediante cámaras y sensores instalados en diversos puntos del domicilio de la persona mayor, estos servicios permiten realizar su seguimiento, pues el usuario está localizado en cualquier lugar de la vivienda y es posible actuar de forma rápida en caso de incidente (por ejemplo, una caída).
 - **Alarmas recordatorio.** Consisten en recordar al paciente la toma de la medicación prescrita. A la hora prevista, el usuario recibe un aviso (vía teléfono o SMS) que le indica qué medicamento tomar y en qué cantidad. Este servicio puede resultar de gran utilidad para las

personas mayores, que en muchas ocasiones tienen que tomar distintas medicinas a diferentes horas.

3.1.2 Teleasistencia social

La teleasistencia social comprende la asistencia domiciliaria cuando la comunicación tiene carácter preventivo o de apoyo al tratamiento. El apoyo social remoto a la persona mayor pueden realizarlo tanto personal profesional como personas de su entorno más próximo (familiares, amigos). Engloba principalmente los siguientes servicios:

Gestión de la agenda del paciente

Elaborada por el médico, con información sobre citas, medicación, pruebas y pautas para su realización, así como con personas de contacto a las que avisar en caso de emergencia. Esta aplicación ofrece además facilidades para que el médico pueda consultar y elaborar sus informes.

Alarmas

- **Telealarma.** Se trata de alarmas activas que el mayor debe accionar en caso de que advierta una situación peligrosa. Implican la prestación de atención permanente a través de la línea telefónica. Ante cualquier eventualidad o problema, la persona mayor, sin más que pulsar un botón que lleva consigo permanentemente (un medallón, por ejemplo), entra en comunicación verbal "manos libres" desde cualquier lugar de su domicilio con dicho centro, desde donde personal capacitado le atiende y da respuesta a su necesidad (sanitaria o social).

Servicios de videoconferencia

Permiten a las personas mayores establecer contacto, bien con un profesional, en caso de querer realizar una consulta o de sentirse mal, o bien con amigos o familiares, si su deseo es la mera relación social.

3.1.3 Ventajas de la implantación de estos servicios

- Mejora de la calidad de vida de los pacientes, al permitir que la gestión de su enfermedad se realice desde su propio domicilio.
- Incremento de la probabilidad de recuperación de los pacientes, al favorecer la asistencia continuada.
- Flexibilidad de horarios para los profesionales sanitarios que realizan el seguimiento de las personas mayores que están a su cargo.
- Mitigación de la sensación de soledad o aislamiento, gracias a la conexión permanente con profesionales sanitarios y personas de su entorno.

- Reducción de costes y molestias a la persona mayor derivados del desplazamiento a los centros asistenciales.
- Reducción de costes en las entidades sanitarias, en términos de tiempo, recursos y personal.

3.2 Soluciones domóticas para incrementar la autonomía

La **domótica** se define como (15) *"un conjunto de servicios de la vivienda que realizan diversas funciones, y que pueden estar conectados entre sí y a redes interiores y exteriores de comunicación"*. Las soluciones de tipo domótico permiten que la persona mayor disfrute de una mayor calidad de vida en su lugar de residencia y, por tanto, pueda vivir autónomamente durante más tiempo.

La domótica pretende cubrir las necesidades de los habitantes del hogar actuando sobre tres elementos:

Seguridad

Los elementos domóticos destinados a aumentar la seguridad en las viviendas son fundamentalmente:

- Alarmas antiintrusión.
- Simuladores de presencia; funcionan con temporizadores o bien de forma remota, y controlan el encendido/apagado de luces, apertura/cierre de persianas, etc. en distintos momentos del día. De esta forma es posible simular que la casa está habitada, o que la persona mayor que vive sola, tiene compañía.
- Alarmas técnicas. Incluyen detectores y actuadores capaces de detectar situaciones peligrosas y reaccionar mediante la generación automática de alarmas y avisos. Se trata por tanto de alarmas activas, que en caso de inundaciones, incendios o fugas de gas, reaccionan mediante el cierre de las electroválvulas correspondientes (corte de agua, corte de suministro eléctrico, etc.).

Confort

Los elementos domóticos destinados a incrementar la comodidad de las viviendas se basan en la gestión integral de las mismas, gracias al control remoto o automático de puertas, ventanas, persianas, cortinas, luces, teléfono, televisión, climatización y, en general, cualquier dispositivo conectado a la red del hogar.

Estas soluciones domóticas permiten también la agrupación de funciones, opción especialmente interesante para las personas mayores, pues con una única operación es posible manipular varios elementos a la vez previamente programados (por ejemplo, pulsando un botón al salir de casa se apagan las luces, se bajan las persianas y se activan las alarmas).

(15) *Domótica.net*: www.domotica.net

Comunicaciones

Los elementos domóticos destinados a mejorar las comunicaciones tanto en el interior como en el exterior de la vivienda permiten el intercambio de información, no sólo entre las personas, sino también con sus equipos domésticos y, a su vez, entre estos últimos entre sí, ya sea desde la propia vivienda o desde ésta hacia el exterior y viceversa. La posibilidad de que no sólo el usuario pueda tener acceso a este control remoto, sino también cualquier persona autorizada, es de gran interés para las personas mayores, a fin de evitar riesgos producidos por descuidos, olvidos, etc.

3.2.1 Ventajas de la implantación de este tipo de soluciones

- Se reduce el riesgo de que se produzcan situaciones peligrosas derivadas de accidentes domésticos y disminuye el tiempo de respuesta en caso de que éstos se hayan producido inevitablemente.
- Se aumenta la tranquilidad y la confianza de las personas mayores, al sentirse en un hogar más protegido y seguro.
- Se facilita la realización de un considerable número de tareas del hogar, en muchas ocasiones fatigosas, lo que permite a la persona mayor disponer de mayor autonomía.
- Esta menor carga de trabajo también permite que los cuidadores de la persona mayor dediquen más tiempo a tareas más importantes (rehabilitación, compañía, asistencia médica, etc.) o se hagan cargo del cuidado de más personas mayores.
- También posibilita a los cuidadores realizar de forma remota (sin presencia física) determinadas tareas que las personas mayores no puedan realizar.

3.3 Soluciones para facilitar la comunicación y la difusión de información

Estas soluciones se enfocan especialmente a dotar los lugares de residencia de las personas mayores y los centros de servicios sociales con infraestructuras y sistemas de comunicación, que favorezcan la comunicación entre personas y permitan el acceso a la información.

Hasta ahora, el teléfono ha sido el elemento utilizado para llevar a cabo las comunicaciones personales. En cambio, la principal fuente de difusión de información ha sido la televisión. A día de hoy, esta situación está cambiando. Los teléfonos móviles ofrecen las mismas prestaciones de comunicación que los fijos, pero además permiten que los usuarios dispongan de conexión telefónica desde cualquier lugar, y en movimiento.

A la hora de difundir la información, **Internet** se presenta como una potente herramienta que permite acceder y difundir una enorme variedad de recursos de información. Internet se constituye de ese modo en un gran soporte sobre el que desarrollar multitud de aplicaciones de comunicación, como por ejemplo correo electrónico, *chats* o foros de discusión, que permiten a la persona mayor estar en comunicación con el exterior y en contacto con agentes relevantes

para su vida cotidiana. La clara necesidad de búsqueda e intercambio de información que tienen las personas mayores, sus familiares y cuidadores, los asistentes sociales, los voluntarios, etc., puede ser cubierta gracias a las actuales aplicaciones web: portales de información, comunidades virtuales, etc.

Los portales web centralizan y estructuran información de diversas categorías y permiten el acceso a la misma a los proveedores de los contenidos, a los gestores de los servicios vinculados a dicha información, a los usuarios finales, etc. Por tanto, constituyen un soporte ideal para desarrollar distintas actuaciones vinculadas a servicios destinados a personas mayores tales como:

- Apoyo a la persona mayor y a su familia, conteniendo información y prestando servicios sobre las características de los servicios y paquetes de ayuda existentes: disponibilidad, prestaciones, características, requisitos para recibir el servicio, relación de voluntarios, foros de comunicación, solicitud *on line*, etc.
- Información relacionada con el envejecimiento activo, incluyendo foros de participación, congreso virtual de mayores, voluntariado de mayores, plataforma de teleformación (de carácter tanto educativo como lúdico), plataforma de ocio y cultura (telecompra, viajes, oferta cultural, bibliotecas telemáticas).
- Suministro de información de carácter general: servicio *on line* de atención interactivo para consultar dudas o solicitar información, servicios de asesoramiento profesional (jurídicos, financieros).

Por último, cabe destacar el servicio de **videoconferencia**, que permite la comunicación (oral y visual) en tiempo real de dos o más personas ubicadas en distintos lugares. Las personas mayores pueden hablar con sus familiares y amigos al tiempo que los ven. También pueden establecer una videoconferencia para realizar una consulta de salud, como vimos en el apartado de teleasistencia.

3.3.1 Ventajas de la implantación de este tipo de soluciones

- La posibilidad de contactar desde el domicilio con los interlocutores directos que prestan los servicios asistenciales, proporciona eficacia en la propia prestación, tranquilidad y seguridad a las personas mayores y sus familias.
- El acceso a Internet posibilita a las personas mayores la realización de múltiples actividades cotidianas sin necesidad de salir de su domicilio (telecompra, teletransacciones), lo que les ahorra desplazamientos y evita riesgos en personas con movilidad restringida.
- Otros usos de la red, como las aplicaciones de entretenimiento y tiempo libre, el aprendizaje a distancia, etc. facilitan la participación remota, lo que mitiga el aislamiento social de las personas mayores que tienen, por ejemplo, dificultad para desplazarse.
- La comunicación inmediata que permite el teléfono móvil proporciona independencia a las personas mayores y tranquilidad a sus familias.
- Durante una videoconferencia la existencia de una pantalla donde aparece la imagen del interlocutor proporciona cercanía y calidez a la conversación, y las personas mayores, sobre todo si viven solas, tienen mayor sensación de seguridad, confianza e independencia.

4. Infraestructuras necesarias para la implantación de las soluciones TIC

A la hora de implementar el tipo de servicios comentados en el apartado anterior, son necesarias una serie de tecnologías, perfectamente disponibles a día de hoy. En todo caso una vez elegida la tecnología o tecnologías de soporte, la integración de los servicios seleccionados debe ser máxima y lógicamente transparente para los usuarios.

4.1 Sensores y actuadores

Su propósito es detectar situaciones peligrosas, lanzar alarmas y llevar a cabo las medidas apropiadas para mitigar el riesgo generado. Dependiendo del parámetro a detectar, se utilizan distintos sensores:

- Biológicos, que miden parámetros físicos de la persona (temperatura, pulso).
- De temperatura, humedad o gases, para desarrollar las alarmas técnicas.
- De presencia (infrarrojos, magnéticos, etc).

4.2 Interfaces de usuario

Se trata de los elementos que permiten la interacción entre el usuario y las aplicaciones. Si bien es cierto que la mayor parte del éxito de una aplicación recaerá en su funcionalidad, es decir, en los servicios que ésta pueda aportar, no debe dejarse a un lado la importancia de los interfaces o terminales de usuario. Especialmente relevante resulta cuando además, son las personas mayores quienes van a manejar estos dispositivos. Es fundamental eliminar la complejidad innecesaria y considerar la usabilidad y la amigabilidad del mismo, para permitir una interacción intuitiva y sencilla con el sistema.

Algunos ejemplos de posibles terminales de usuario son:

- **Videoteléfonos fijos.** Se trata de teléfonos convencionales a los que se les añade la funcionalidad de poder transmitir video durante una llamada. De este modo, la persona mayor puede ver a su interlocutor durante la comunicación telefónica.
- **Dispositivos móviles:** teléfonos móviles, PDAs, Tablet PC. Algunos incorporan una cámara para soportar videoconferencia.

Estos dispositivos poseen dos características fundamentales: ubicuidad y movilidad, es decir, pueden utilizarse en cualquier lugar y, además, en movimiento, con todas las importantes ventajas que se derivan de ambas.

Sin embargo, los progresivos avances en la miniaturización de los terminales constituyen un obstáculo para los usuarios mayores. Sin ir más lejos, cada vez más teléfonos móviles resultan

demasiado pequeños, con teclas difíciles de leer y pulsar y funciones complicadas. Tal y como están diseñados actualmente no son un dispositivo muy cómodo de usar para las personas mayores, pero debido a su gran utilidad potencial, debería hacerse un esfuerzo para mejorar su usabilidad diseñando modelos orientados a las necesidades y características de este colectivo.

- **Ordenadores con tecnologías multimedia.** Poseen una elevada versatilidad que los convierte en una herramienta capaz de manejar información procedente de muy diversas fuentes y soportes. Permiten conectarse a videocámaras para realizar videoconferencia, y a periféricos para el envío de constantes vitales (glucómetros, espirómetros o pulsioxímetros).
- **Televisión digital.** Bien mediante la incorporación de un Set-Top Box (STB) entre la antena y la televisión analógica, o bien adquiriendo una televisión digital, es posible acceder a servicios interactivos (por ejemplo, Internet y comercio electrónico), a servicios de información y a guías de programas electrónicos.

Estos terminales pueden ir acompañados de interfaces para facilitar su manejo, teniendo en cuenta que se está considerando un colectivo que puede tener dificultades en su audición, visión o psicomotricidad:

- Sistemas de reconocimiento de voz para captura de datos y para emitir órdenes a los dispositivos.
- Pantallas táctiles.
- Teclados Braille.
- Interfaces luminosas.
- ...

En el contexto sanitario y asistencial aunque el ordenador personal es un instrumento de trabajo de enorme potencial, no parece ser un terminal demasiado apropiado para que las personas mayores lo utilicen desde sus domicilios, debido a la dificultad que puede entrañar su manejo. Sí puede resultar eficaz instalado en residencias, centros de día y lugares donde las personas mayores están asistidas por cuidadores, tanto formales como informales.

En cambio, la televisión digital tiene más oportunidades para introducirse y desplegarse de forma efectiva en los hogares españoles, debido al altísimo grado de penetración que posee la televisión en nuestros hogares. Parece claro que la televisión, dotada con capacidad de memoria y un canal de retorno adecuado, se puede convertir en el terminal más apropiado para el acceso de las personas mayores a la Sociedad de la Información. Frente a las dificultades de manejo que conlleva la utilización de un ordenador o un teléfono móvil, la televisión ofrece la posibilidad de utilizar un dispositivo tan familiar como el televisor para comunicarse con otras personas, consultar información, acceder a los servicios que proporciona Internet o incluso recibir asistencia sanitaria.

4.3 Redes de Comunicación

Las redes de comunicación son los elementos que permiten conectar los terminales de usuario con los servidores donde residen los contenidos, servicios y aplicaciones. Los domicilios y los lugares de residencia en los que van a utilizarse aplicaciones TIC para dar servicio a personas

mayores necesitan la instalación de redes de banda ancha para poder implementar sistemas de comunicación.

Se pueden considerar dos tipos de redes:

- **La Red de Acceso.** Es la que proporciona conectividad con el exterior de la vivienda o del centro residencial. Existen varios tipos:
 - Redes de Acceso Cableadas.
 - xDSL, (*DSL, Digital Subscriber Line*) que cubren diversas categorías: ADSL, SDSL, VDSL, etc.
 - Redes de Cable.
 - PLC (*Power Line Communications*).
 - Redes de Acceso Inalámbricas.
 - Acceso vía Satélite.
 - Acceso Celular.
 - GPRS (*Global Packet Radio Services*).
 - UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*).
 - Acceso Inalámbrico Fijo.
 - LMDS (*Local Multipoint Distribution Services*).
 - Televisión Digital Terrestre (TDT).

- **La Red Domótica.** Es la que proporciona conectividad en el interior de la vivienda o del centro residencial, interconectado los distintos dispositivos.
 - Redes Domóticas Cableadas.
 - Ethernet.
 - PLC (*Power Line Communications*).
 - Home PNA (*Home Phoneline Networking Alliance*).
 - Redes Domóticas Inalámbricas.
 - Bluetooth.
 - WiFi (*Wireless Fidelity*).
 - Home RF.

Si únicamente se desea conectividad con el exterior, bastará instalar una red de acceso. Si lo que se desea es tener todos los dispositivos de la casa conectados de modo que se puedan manejar desde cualquier lugar del interior de la vivienda, se instalará una red domótica. Pero cuando, además de conectividad en el interior de la vivienda, se desea tener acceso a la misma desde fuera, entonces se instalarán ambas redes, conectándose entre sí a través de la Pasarela Residencial. Este elemento de comunicación es el que permite que todas las aplicaciones de la vivienda o del centro residencial puedan estar accesibles desde y hacia el exterior.

Es preciso resaltar aquí la importancia del concepto de convergencia tecnológica, es decir, que no se trata de elegir una única red de comunicaciones, sino que es preciso valorar las ventajas e inconvenientes de cada una de modo que se complementen con el fin de conseguir un mejor aprovechamiento de recursos y abaratamiento de costes.

5. Aspectos generales a considerar en la implantación de las soluciones TIC

5.1 Principales causas de la inexistencia de servicios comerciales

A pesar de que en Europa se ha realizado una abundante actividad científica, financiada principalmente a través de los programas marco de la UE, desarrollando proyectos piloto de teleasistencia, telemedicina y "hogares inteligentes", se ha visto que el sector público carece de las capacidades organizativas y administrativas necesarias para incorporarlos como innovaciones.

En los últimos tiempos, el principal interés de los sistemas de sanidad pública en relación a las nuevas tecnologías ha sido crear la infraestructura básica de los sistemas de información en los hospitales, descuidando su potencial contribución en el campo de la asistencia médica.

A día de hoy el único servicio que realmente se encuentra extendido es la telealarma. En el campo de las soluciones que buscan difundir información por y para los mayores, sí están apareciendo portales dedicados a ellos. Sin embargo, la oferta de servicios y contenidos aún es escasa.

La experiencia actual demuestra que existen dificultades para que los proyectos de teleasistencia y domótica sobrepasen el nivel de piloto o demostración. Esto se debe a varias razones y entre las más importantes se encuentran:

- La falta de políticas comunes que apoyen la integración de la teleasistencia en los servicios asistenciales generales.
- La falta de infraestructuras y plataformas tecnológicas apropiadas. La teleasistencia requiere unas infraestructuras de tecnologías de la información bien definidas para la sanidad y esto sigue siendo un problema para la mayoría de los países, cuya solución requiere de un tratamiento estratégico de ámbito nacional.
- La falta de un modelo de negocio claro, que determine el papel que va a desarrollar cada uno de los actores interesados, así como el tema de los costes y beneficios derivados de la teleasistencia. Por el momento, y a diferencia de otros sectores de servicios, se carecen de fórmulas de interacción definidas entre los distintos agentes, que favorezcan la coexistencia de aquellos actores orientados a obtener un beneficio económico con los servicios y esos otros agentes que buscan el beneficio social, como las organizaciones no lucrativas, voluntariado o las entidades públicas.
- Los costes de implantación de un sistema de teleasistencia a gran escala son elevados y no proporcionan un beneficio inmediato a quien lo financia. Se hace necesaria la cooperación entre organizaciones privadas y autoridades estatales con el fin de llevar a cabo un sistema de financiación viable para el desarrollo de tales aplicaciones y el consiguiente reembolso a los actores clave implicados. También es importante que las autoridades locales y nacionales sugieran medidas, como sistemas de subsidios, que ayuden a las personas mayores a cubrir los costes del equipo y utilización de la teleasistencia.

- Las iniciativas y proyectos pilotos desarrollados hasta ahora han empleado distintas plataformas tecnológicas, lo que ha provocado la aparición de problemas de interoperabilidad e interconexión entre las distintas plataformas de comunicaciones que proporcionan los servicios de teleasistencia. Se hace necesario la creación de un marco común de trabajo, así como de formatos estándares para el almacenamiento de la información médica contenida en las historias electrónicas de los pacientes.

5.2 Claves para la implantación

Además de intentar erradicar los problemas existentes actualmente, que están ralentizando el despliegue de proyectos a nivel comercial basados en TIC, y que han sido expuestos en el apartado anterior, es necesario considerar una serie de claves a la implantación de las TIC, con el fin de que su introducción en el mercado de soluciones para las personas mayores se lleve a cabo de forma satisfactoria:

- El éxito de la puesta en marcha de los servicios de teleasistencia, domótica y difusión de información, depende de que tanto las tecnologías como los servicios propuestos se configuren, desarrollen e implementen de forma que **satisfagan las necesidades** concretas de **todas las partes** implicadas en el proceso. Estas necesidades son complejas, debido a la variedad de interesados: las propias personas mayores, los proveedores de asistencia, las administraciones, los proveedores de tecnología, etc. Lo que es positivo para unos, puede no serlo para otros. Por tanto, el concepto "necesidades" se debe entender en su sentido más amplio, incluyendo la eficacia de la asistencia, la relación coste-beneficio, la capacidad de aceptación para los pacientes, la fiabilidad técnica, el cumplimiento de los requisitos legales y la compatibilidad con el sistema de asistencia sanitaria y social.
- **Accesibilidad** del servicio y **usabilidad** de la tecnología. La accesibilidad se refiere a la existencia de una adecuada infraestructura de comunicaciones que permita a la persona mayor acceder a la Sociedad de la Información. Las TIC en ningún momento deben aumentar la brecha social entre las personas con acceso y aquellas que no pueden disponer de tales servicios, conduciendo a un mayor aislamiento de las personas más vulnerables.

La usabilidad de la tecnología implica el diseño de un interfaz apropiado que incorpore un manejo sencillo y amigable, considerando además que las personas mayores pueden tener necesidades especiales debido a posibles limitaciones físicas, circunstancia que debe tenerse en cuenta a la hora de diseñar y desarrollar productos y servicios para ellos. Con el fin de abordar esta particularidad puede aplicarse el nuevo concepto de **Diseño para Todos**, que se fundamenta en la creación de productos y servicios utilizables por el mayor número posible de personas.

- Los servicios de teleasistencia y domótica deben enfocarse como una forma más de prestar asistencia, **complementaria** a los métodos asistenciales existentes, nunca sustitutiva. Para ello, las aplicaciones deberían verse como parte de un paquete asistencial completo de apoyo socio-sanitario, adecuadamente organizado.

Se debe transmitir a los mayores que los servicios de asistencia sanitaria y social remota no buscan reemplazar el contacto humano, sino mejorar la calidad de éste. En definitiva, se

pretende obviar las barreras de tiempo, distancia y otras barreras físicas que rodean el entorno de nuestros mayores, tanto en grandes ciudades como en zonas alejadas.

- **Aceptación de la tecnología.** Se refiere tanto a la aceptación de la tecnología por parte del profesional sanitario y el cambio que produce en sus relaciones y prácticas laborales, como a la aceptación de los nuevos métodos de asistencia por parte de los pacientes. En este punto resultan cruciales las labores de sensibilización acerca del valor añadido de este tipo de servicios. En paralelo debe reforzarse esa sensibilización con la impartición de cursos de formación en TIC, con los que los usuarios adquieran la destreza suficiente para proporcionarles seguridad en el manejo de estas tecnologías.
- La existencia de un **canal de entrada adecuado** que facilite el acceso a los servicios. La integración de los servicios que reciben las personas exige que se salven las diferencias organizativas que existen entre los profesionales de la asistencia sanitaria y social. Con frecuencia, los distintos actores no son suficientemente conscientes del papel de los otros en la prestación de la asistencia. Además, la percepción de los riesgos y la evaluación de su aceptación varían entre los distintos tipos de profesionales asistenciales.

La domótica puede constituirse en una plataforma con la potencialidad de integrar servicios de diversos ámbitos: suministradores de bienes de consumo (telecompra), prestación de gestiones bancarias y administrativas (telebancos), aplicaciones de ocio y entretenimiento, etc.

- La prestación de servicios de teleasistencia y domótica, tiene que estar basada en un **nuevo modelo de negocio** en el que el sector público, el privado y el voluntariado deben participar conjuntamente. También sería necesario crear sinergias entre las instituciones que prestan servicios médicos, asistenciales y sociales, y las empresas o instituciones privadas que desarrollan y aplican las soluciones tecnológicas. Puesto que los retornos de las inversiones en teleasistencia y domótica no benefician directamente al organismo que la financia, el Estado tiene un papel esencial para crear un marco institucional que estimule tales sinergias y proporcione las reglas básicas para la asignación de fondos y recursos. El voluntariado también podría comprometerse en iniciativas de este tipo, concebidas para acercar los servicios asistenciales a los ciudadanos.
- La **seguridad y confidencialidad** no deben descuidarse en el proceso de diseño del servicio, con el fin de lograr una adecuada protección de los datos del paciente. Hay que tener en cuenta que con determinados sistemas existe una potencial invasión de la intimidad, tanto relativa a la consulta y gestión de sus datos, como durante seguimientos o monitorizaciones dentro del propio domicilio. El control de los sistemas debe estar siempre en manos del usuario. La tecnología está para ayudarle, no para vigilarle.

6. Algunas posibles áreas de actuación

Considerando la oferta de soluciones asistenciales basadas en TIC, que pueden contribuir a mejorar la calidad de la asistencia y fomentar la autonomía de las personas mayores, se han seleccionado seis posibles marcos de actuación, que se definirán a continuación. Para cada uno

de ellos, se proponen una serie de servicios que dan una idea de las posibilidades reales de la tecnología en este contexto.

- 1) Multiservicio en pequeñas poblaciones.
- 2) Servicios Residenciales a Domicilio.
- 3) Servicios para Centros de Día.
- 4) Las TIC en los servicios socio-sanitarios.
- 5) Servicios asociados a la movilidad.
- 6) Otras líneas complementarias.

6.1 Multiservicio en pequeñas poblaciones

Los sistemas de salud de las localidades de pequeño tamaño localizadas en la afueras de la Comunidad de Madrid, en ocasiones no gozan de los mismos medios y facilidades que aquellos situados en áreas más grandes o más accesibles. En este escenario, las necesidades asistenciales de las personas mayores no están bien cubiertas con la oferta de servicios disponibles, por lo que es necesario trasladarse a otra localidad.

Posibles servicios

- **Teleconsulta y telemonitorización.**

Un sistema de teleconsulta permitiría a la persona mayor poder realizar una consulta médica a distancia, cualquier día de la semana. Podrían realizarse:

- Seguimiento periódico de pacientes crónicos a través de videoconferencia y transmisión de parámetros. De interés para diabéticos, con el fin de controlar las dietas que varían durante las vacaciones, pacientes con enfermedades respiratorias, para observar la evaluación derivada del cambio de ambiente, hipertensos, etc.
- Ante una indisposición del mayor, realización de una primera evaluación del estado de su salud.
- Comprobación del éxito de un tratamiento y dispensa de recetas al mayor.

- **Teleasistencia móvil.**

La falta de disponibilidad de recursos en algunas localidades, podría solventarse mediante el flete de un autobús de teleasistencia, que recorriera los pueblos con un médico y los equipos inalámbricos necesarios para realizar las pruebas.

- **Telealarma móvil o inalámbrica.**

Actualmente la Comunidad de Madrid proporciona el servicio de telealarma. Consiste en un pulsador que la persona mayor lleva consigo, y que cuando es presionado, se genera una comunicación con personal competente que evalúa la situación y toma las medidas oportunas.

En localidades aisladas, donde en ocasiones no llega la línea telefónica fija o simplemente el mayor ha decidido no contratarla (por tratarse de una residencia temporal o porque dispone de teléfono móvil, por ejemplo). En estos casos, como variante del servicio de telealarma que ofrece la Comunidad de Madrid, podría diseñarse el mismo servicio de forma inalámbrica.

Para ello bastaría con dotar al terminal receptor de la alarma, de una tarjeta GSM que habilite la comunicación telefónica.

Otra alternativa consiste en la implantación de un sistema de **telealarma móvil**, que sigue la misma filosofía que el fijo, debiendo llevar la persona siempre consigo el pulsador. En caso de incidente, al activarlo, se enviaría una alarma con la identificación y localización de la persona. En una base de datos estaría recogido su historial. Se intentaría llamar a esa persona al móvil o contactar con algún familiar o amigo. En caso de imposibilidad, se enviaría al servicio de emergencias.

- **Sistema de videoconferencia.**

Aparte de estos servicios sería interesante integrar aplicaciones para fomentar la relación con familiares y amigos. Un ejemplo interesante podría ser la videoconferencia con familiares o entre grupos de mayores, así como con Centros de Atención.

Para llevar a cabo la videoconferencia sería necesario disponer de ordenadores dotados con cámara, micrófono y acceso de banda ancha, que podrían instalarse bien en el domicilio de la persona mayor, bien en algún espacio común, como una escuela, el centro de atención primaria o el "Hogar del Pensionista". Otra alternativa para la realización de la videoconferencia desde el propio domicilio de la persona mayor, es considerar la reciente comercialización de equipos específicos de bajo coste, basados en el televisor, que operan sobre la línea telefónica convencional.

6.2 Servicios Residenciales a Domicilio

El concepto de servicios residenciales a domicilio se refiere a la provisión de los servicios propios de las residencias de la tercera edad en el domicilio de la persona mayor. De este modo, el mayor puede disfrutar desde su domicilio de un determinado conjunto de servicios de forma similar a si estuviera alojado en la residencia.

Estos servicios pueden ser utilizados tanto por mayores que desean permanecer en su domicilio pero que requieren de ciertos cuidados y ayudas, como por aquellos mayores que buscan plaza en la residencia, y mientras esperan pueden disponer de estos servicios.

Posibles servicios

- **Asistencia sanitaria.**

Se trata de poder realizar en cualquier momento (como si estuviera en la residencia) una consulta on-line con un médico o profesional sanitario, para preguntar dudas sobre su tratamiento, o para un primer contacto rápido en caso de que el mayor se sienta mal.

- **Asistencia social.**

En caso de que el mayor se sienta sólo, puede contactar con un profesional para hablar con él.

- **Seguridad.**

Incluye la gestión de una serie de alarmas (antiintrusión, técnica y telealarma). El gestor de las alarmas es la residencia, que recibe los avisos y pone en marcha los procedimientos adecuados

para gestionarlos: contacto con el mayor para verificar alarma, llamada a familiares y aviso a los servicios de emergencia correspondientes.

- **Ayudas en el Hogar.**

Provisión de ayuda a la hora de realizar las tareas diarias (telecompra, telebanco, envío de personal de mantenimiento, etc.).

- **Ocio y entretenimiento.**

- Servicio de videoconferencia. Puede ser una extensión a un servicio de chat. El mayor tiene la posibilidad de organizar reuniones "virtuales" con otros mayores de la residencia.

- Teleformación. Servicio de cursos de formación y entretenimiento sobre diferentes temas. Las clases pueden estar preparadas e incluso impartidas vía Internet por otros mayores de la residencia (una vez a la semana cada mayor habla de lo que más sabe, ya sea su profesión o su afición).

6.3 Servicios para Centros de Día

Los centros de día son instalaciones de carácter público o privado en las que se ofrecen servicios de atención diurna a mayores que padecen algún trastorno en sus facultades físicas o psicológicas y que, en consecuencia, disponen de un menor grado de autonomía.

Los centros de día ofrecen tratamiento especializado y personalizado, en el que se suele incluir rehabilitación física, estimulación mental y seguimiento médico. Proporcionan a su vez servicios asistenciales relacionados con la manutención (desayuno, comida y merienda) y el aseo personal del enfermo (con podología, peluquería...), además de animación sociocultural. Asimismo, la mayor parte de los centros de día disponen de un servicio de transporte en ruta, que recoge a los mayores al comienzo de la jornada y los devuelve a su domicilio por la tarde.

Estas tres áreas de intervención (sanitaria, personal y social), destinadas a evitar o ralentizar el declive funcional y cognitivo del mayor, congregan a un grupo heterogéneo de profesionales entre los que se encuentran gerontólogos, gerontopsiquiatras, terapeutas ocupacionales, enfermeros, fisioterapeutas, etc.

Posibles servicios

- **Soporte a las actividades de recuperación y mantenimiento.**

Dada la habitual incapacidad física o psicológica del mayor que acude a estos centros, las tecnologías de la información y las comunicaciones podrían apoyar tanto la rehabilitación física como la estimulación mental de la persona mayor, mediante medios y juegos electrónicos destinados al mantenimiento de los reflejos, a la mejora de la psicomotricidad y al sostenimiento de las capacidades cognitivas.

- **Gestión de pacientes.**

Los mayores que acuden a los centros de día, padecen dolencias de diversa índole, que requieren tratamientos específicos. Las TIC pueden facilitar el control de las distintas peculiaridades de cada mayor, simplificando la actividad de cuidadores y personal sanitario. Se trata de evitar olvidos o equívocos y optimizar los recursos de los que dispone el centro.

- **Supervisión.**

Las TIC permiten, mediante una estructura relativamente sencilla, que las familias puedan comprobar cómo tratan e interactúan los asistentes del centro con el mayor.

- **Formación.**

Algunos centros de día ponen a disposición de las familias que cuidan del mayor un servicio de formación para facilitar los cuidados asistenciales. Las TIC pueden mejorar y apoyar dicha actividad mediante sitios web con contenidos específicos (foros, cursos virtuales, servicios de consultas...).

6.4 Las TIC en los servicios socio-sanitarios

Uno de los campos donde mejor pueden encajar las TIC es en el de la asistencia socio-sanitaria, ya que implica dotar al personal de nuevas tecnologías, en lugar de que sea el mayor el que deba manejarlas. En este sentido, este marco se orienta hacia la ayuda a los profesionales sociosanitarios, a realizar su labor de atención a los mayores.

Posibles servicios

- **Gestión del trabajo del asistente social.**

El asistente o trabajador social puede tener acceso a información necesaria para su trabajo a través de Internet. Entre otras cosas, podría gestionar la agenda sobre las visitas a realizar ese día, consultar información de interés para el desarrollo de su trabajo o contactar con el centro para el que trabaja.

- **Servicio recordatorio.**

Desarrollar un sistema automático de recordatorio a través del envío de SMS a teléfonos móviles o de comunicación telefónica convencional, en el que se podría recordar a la persona que cuida del mayor los medicamentos que debe tomar, las visitas al médico, las citas o eventos que tiene programados, a modo de gestión de agenda.

6.5 Servicios asociados a la movilidad

En ocasiones, los mayores son reticentes a salir a la calle, bien por temor a perderse o desorientarse, bien por la dificultad que les supone la utilización de medios de transporte públicos (problemas de accesibilidad a ellos y de necesidad de emplear combinaciones de los mismos para llegar a un determinado lugar). En el primer caso, el problema podría solucionarse de forma sencilla gracias a los nuevos dispositivos de posicionamiento, que conllevarán la aparición de servicios y aplicaciones que aprovechen conjuntamente las capacidades de movilidad, portabilidad y localización.

Posibles servicios

Algunos ejemplos de las posibilidades de las tecnologías de localización en su aplicación a la movilidad de las personas mayores son:

- **Sistemas de navegación.**

En caso de pérdida, un sistema de navegación puede indicar a la persona mayor la ruta que debe seguir. Para ello, el mayor debe llevar consigo un dispositivo móvil que incorpore un localizador. Previamente es necesario que el sistema tenga cargado un mapa de la ciudad.

- **Localización y seguimiento.**

A las personas con enfermedades que impliquen pérdida de memoria, como los enfermos de Alzheimer, se les podría dotar de una pulsera o medallón que incorpore un localizador. Con ello se podría realizar un seguimiento del enfermo, sabiendo en todo momento donde está. O puntualmente, cuando haya desaparecido, por ejemplo.

6.6 Otras líneas complementarias

En paralelo a todos los servicios anteriormente citados, aparecen aquellas aplicaciones orientadas a utilizar Internet como instrumento de comunicación. Como veremos, de cara a la persona mayor esta comunicación puede tener dos sentidos.

Posibles servicios

- **Servicios de información para la persona mayor.**

El mayor accede a información de interés vía web. Por ejemplo, los médicos pueden proporcionar, junto con los tratamientos, direcciones de Internet donde consultar dudas, ampliar conocimientos o conocer las experiencias de otras personas con su enfermedad.

- **La persona mayor, como creadora de información y animadora de comunidades de interés.**

Las TICs pueden ofrecer también una excelente oportunidad para aprovechar el considerable potencial de conocimiento y experiencia de los mayores, sirviendo al tiempo como actividad ocupacional o de distracción.

7. Conclusiones

Asistimos en España y en Europa a un progresivo envejecimiento de la población. Ante esta situación, en los últimos años se ha producido un incremento de los servicios y prestaciones de protección social para las personas mayores, tanto en cantidad como en calidad (servicios de atención a domicilio, atención residencial, atención diurna o sistemas alternativos de alojamiento). Sin embargo éstos resultan aún insuficientes ante la actual y futura demanda de este tipo de servicios que se avecina para los próximos años.

Este envejecimiento de la población ha provocado la aparición de políticas a nivel mundial, europeo, nacional y regional, que tratan de concienciar sobre la importancia de la persona mayor, fomentando su protagonismo en la sociedad, alentando su participación y, en resumen, mejorando en lo posible su calidad de vida. Este concepto viene definido por la OMS como "envejecimiento activo".

Ante este panorama, la utilización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) puede contribuir muy positivamente a la mejora de las condiciones de vida de este colectivo. En el presente capítulo se han considerado principalmente tres tipos de soluciones. El primer grupo engloba las soluciones destinadas a mejorar los procesos asistenciales de la persona mayor, que incluyen los servicios de teleasistencia y pretenden mejorar las condiciones de atención social y sanitaria a la persona mayor, favoreciendo que ésta permanezca en su lugar habitual de residencia, si es ese su deseo.

Por otro lado, aparecen las soluciones para incrementar la autonomía de las personas mayores, que se enfocan hacia el acondicionamiento de domicilios y residencias con elementos domóticos que favorezcan el normal desarrollo de una vida independiente.

En el tercer grupo aparecen las soluciones para facilitar la comunicación y difusión de información, que buscan que las personas mayores tengan acceso a las nuevas tecnologías de comunicación.

De la breve revisión tecnológica realizada se deduce que la tecnología necesaria para soportar los servicios orientados a mejorar la calidad de vida de los mayores existe, y de hecho, está preparada. Por tanto, resulta vital fomentar el diálogo y la colaboración entre los distintos actores encargados de llevar los servicios hasta la persona mayor, de forma que el modelo de negocio quede bien definido, satisfaciendo las necesidades de todas las partes interesadas. Otro punto crucial es la concepción de una oferta atractiva de servicios concretos, es decir, de funcionalidades que la persona perciba como útiles, al margen de la tecnología que los soporte.

Por último, en el presente capítulo se exponen y describen algunos posibles marcos de actuación donde la implantación de las TIC resultaría de utilidad para las personas mayores y para los agentes encargados de aliviar sus dependencias. En cada uno de los ámbitos se han propuesto algunos de los servicios que se podrían proporcionar. La clave del éxito residirá en la capacidad que éstos posean para aliviar una (o varias) de las necesidades de las personas mayores (cuidados de salud, ocio y entretenimiento, participación, formación, ayuda a la movilidad) y de sus cuidadores (gestión de centros residenciales, control de pacientes).

8. Referencias

CEAPAT-IMSERSO (2003) *Libro Blanco de I+D+I al servicio de las Personas con Discapacidad y las Personas Mayores*. CEAPAT-IMSERSO.

CEC (2000). *An evaluation of the Pilot Action of TIDE (Technology Initiative for Disabled and Elderly People)*. Bruselas.

CEDITEC (2004). Martínez N., Bermejo A.B. *Tecnologías de la información y las comunicaciones para las personas mayores*. UPM, Madrid.

CGESC (2004). *Agenda de los mayores 2004*. Concejalía de Gobierno de Empleo y Servicios al Ciudadano. Ayuntamiento de Madrid y Obra Social Caja Madrid.

- COM (1995 y 1997). *La situación demográfica en la Unión Europea*. Comisión Europea.
- COM (1997). *Ageing and fiscal studies in the European Union. Welfare State in Europe: challenges and reforms*. Comisión Europea.
- COM (1999). *Hacia una Europa para todas las edades. Fomentar la prosperidad y la solidaridad entre las generaciones*. Comisión Europea.
- COM (2000). *Evolución futura de la protección social desde una perspectiva a largo plazo: pensiones seguras y viables*. Comisión Europea.
- COM (2001a). *Apoyo a las estrategias nacionales para garantizar pensiones seguras y viables mediante un planteamiento integrado*. Comisión Europea.
- COM (2001b). *The long-term economic and budgetary implications of ageing populations*. Comisión Europea.
- COM (2001c). *Towards a society for all ages*. Comisión Europea.
- COM (2002a). *La respuesta de Europa al envejecimiento a escala mundial. Promover el progreso económico y social en un mundo en proceso de envejecimiento. Contribución de la Comisión Europea a la Segunda Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento*. Comisión Europea.
- COM (2002b). *People in Europe. Demographic change: The regional dimension. Trends and policy issues*. Comisión Europea.
- DGM (2004). *Guía de recursos para personas mayores 2004*. Dirección General del Mayor. Consejería de Servicios Sociales de la Comunidad de Madrid y Obra Social Caja Madrid.
- ENEO (2003). *Libro Blanco del Hogar Conectado. Visión eNeo, el paradigma del 'Ambient Intelligent'*. Construmat.
- EUROSTAT (2003). *Yearbook 2003*.
- Fundación Telefónica (2000). *Soluciones de comunicación para personas mayores o con discapacidad. Guía de productos, servicios y aplicaciones de Telefónica*. Fundación Telefónica.
- IMSERSO (2002). *Las Personas Mayores en España. Informe 2002*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- IMSERSO (2003). *Plan de Acción para las Personas Mayores 2003-2007*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Secretaría General de Asuntos Sociales. Instituto de Migraciones y Servicios Sociales .

Rodríguez, Alejandro (2003). *Modelo de arquitectura para sistemas domóticos orientado a personas con necesidades especiales mediante la aplicación de criterios de Diseño para Todos*. Tesis Doctoral, Madrid.

Senior Watch (2002). *Older People and Information Society Technology. Technology Watch Report*. European Senior Watch Observatory and Inventory.

Telefónica (2003). *La Sociedad de la Información en España 2003*. Telefónica S.A. Madrid.

Telefónica de España (2003). *Libro Blanco del Hogar Digital y las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones*. Telefónica de España, Madrid.

UN (2002). *Informe de la Segunda Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento*. Naciones Unidas. Nueva York.

SmartLab (2002). *Technology that Cares. The Swedish Handicap Institute*.
<http://www.hi.se/english/smartlab_eng.pdf>, [mayo de 2004].

Referencias en internet

Página Web del Servicio de Telemedicina de la Universidad Politécnica de Valencia.
<<http://gm.upv.es/tele/uno.htm>>, [julio de 2004].

Página Web de Programas de Telemedicina del TIE (Telemedicine Information Exchange).
<<http://tie.telemed.org/homehealth/programs.asp>>, [septiembre de 2004].

Página Web de Domótica y Hogar Digital de Casadomo:
<<http://www.casadomo.com>>, [octubre de 2004].

Página Web de domótica:
<<http://www.domotica.net>>, [octubre de 2004].

Página Web dedicada a las personas mayores:
<<http://www.losmayores.com>>, [septiembre de 2004].

Página Web del V Programa Marco. Proyectos relacionados con el cuidado de la salud: Sistemas Inteligentes para pacientes.
<<http://www.cordis.lu/ist/ka1/health/projectbooklet/patients.htm>>, [octubre de 2004].

Página Web de Diario Médico. Teleasistencia inalámbrica con ordenadores de bolsillo en la Universidad de Salamanca.
<<http://www.diariomedico.com/edicion/noticia/0,2458,233355,00.html>>, [julio de 2004].

Capítulo 3

Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Agricultura

Resumen Ejecutivo (110)

1. La agricultura: caracterización del sector (112)

- 1.1. Información sectorial (112)
- 1.2. Tipos de explotaciones (113)
- 1.3. Cadena de valor y agentes involucrados (113)
- 1.4. Alcance del estudio (114)

2. Trazabilidad agrícola (115)

- 2.1. Definición (115)
- 2.2. Políticas relacionadas con la trazabilidad (116)
- 2.3. Ventajas que aporta la trazabilidad (117)
- 2.4. Implantación de un sistema de trazabilidad en la cadena de valor agroalimentaria (117)
- 2.5. Tecnologías involucradas (119)
- 2.6. Beneficios y barreras de las TIC en la trazabilidad (120)

3. Agricultura de Precisión (122)

- 3.1. Descripción (122)
- 3.2. Fases de la agricultura de precisión (122)
- 3.3. Aplicaciones TIC (123)
- 3.4. Tecnologías involucradas (124)
- 3.5. Beneficios y barreras de las TIC en la agricultura de precisión (126)

4. Gestión del agua de riego (127)

4.1. Introducción (127)

4.2. Tipos de cultivo (127)

4.3. Gestión del agua (128)

4.4. Aplicaciones TIC (129)

4.5. Tecnologías involucradas (132)

4.6. Beneficios y barreras de las TIC en la gestión de los recursos hídricos (133)

5. Robótica aplicada a los procesos productivos (134)

5.1. Introducción (134)

5.2. Aplicaciones TIC (135)

5.3. Beneficios y barreras de la robotización en la agricultura (136)

6. Comercio electrónico (137)

6.1. Introducción (137)

6.2. Comercio electrónico: definición y características (137)

6.3. Beneficios sobre los actores de la cadena (138)

6.4. Aplicaciones TIC (138)

6.5. Tecnologías involucradas (139)

6.6. Beneficios y barreras del comercio electrónico (139)

7. Conclusiones (141)

8. Glosario de acrónimos (142)

9. Referencias (143)

Resumen ejecutivo

La realización del presente capítulo surge del interés por evaluar la presencia y las posibilidades de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el sector agrícola. La agricultura ha venido evolucionado, a través de los tiempos, asimilando nuevas tecnologías e innovando. Por lo tanto, parece un sector receptivo, donde las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) pueden contribuir.

El planteamiento inicial, desarrollado durante la sección 1, consiste en analizar la actual situación de la agricultura española y los retos a los que se debe enfrentar para continuar siendo competitiva y adaptarse a los nuevos tiempos. La problemática afecta fundamentalmente a la preocupación social existente por la calidad y seguridad alimentaria, la protección de un medioambiente cada vez más deteriorado y el ahorro de costes mediante el aumento de la eficiencia de los procesos productivos. La sección concluye con una selección de las áreas de la agricultura, donde las nuevas tecnologías pueden contribuir a mejorar la situación del sector. A lo largo de las siguientes secciones se realiza un análisis en detalle de cada una de estas áreas y de las tecnologías involucradas en su desarrollo.

En la sección 2 se expone la primera área de aplicación seleccionada, la trazabilidad agrícola. La trazabilidad se concibe como una herramienta para garantizar la calidad de los alimentos y cumple, además, una importante función de cara a la seguridad alimentaria; en pocas palabras la trazabilidad consiste en almacenar información sobre el producto alimentario a lo largo de la cadena de valor de ese producto. En el caso de la trazabilidad agrícola, debe recogerse información desde las fases iniciales de la producción hasta el consumidor ("de la semilla al plato"). Esto quiere decir que es necesario conocer de dónde provienen las semillas, las fechas de plantación y recolección, los tratamientos seguidos o los tiempos de almacenaje y transporte. El primer objetivo de la recopilación de la información es la detección de la causa que ha originado una alerta alimentaria, para poder combatirla. El segundo objetivo consiste en demostrar la calidad de los productos de cara a un consumidor final cada vez más exigente. Ante esta situación, las TIC juegan un papel clave a la hora de recopilar y gestionar toda la información, y los nuevos sistemas de identificación automática, facilitan dicha recogida y anotación de los datos.

A lo largo de la sección 3, se describe la agricultura de precisión. Se trata de un tipo de agricultura más respetuosa con el medioambiente, ya que realiza las aplicaciones de insumos (fertilizantes, fitosanitarios, agua) según las necesidades del cultivo, lo que repercute también en un ahorro de costes. Las técnicas de localización por satélite junto con los sistemas de información geográfica (GIS), son la base sobre la cual se sustentan las tecnologías aplicadas a este tipo de agricultura.

La cuarta sección se centra en el gran problema que existe en España con el agua. En particular, el sur de España tiene graves problemas de disponibilidad de recursos hídricos, tanto en

lo relativo a su cantidad como a su calidad. La agricultura, como principal consumidora de agua, se ve seriamente afectada por este problema, que irá a más si no se consigue frenar a tiempo. Una de las causas de esta escasez se deriva de una inadecuada gestión del recurso hídrico destinado al riego. Aunque en España se han desarrollado diversas redes de información climática, que miden precipitaciones, caudal de los ríos y nivel de los embalses, e incluso algunas iniciativas de redes agroclimáticas por comunidades autónomas, aún no existe una red destinada a la agricultura, que sea capaz de proporcionar información precisa y oportuna que permita a los agricultores optimizar la gestión del agua de riego, así como medir los consumos y contaminaciones que introducen las explotaciones.

La sección 5 revisa las posibilidades de la robótica y automatización en los procesos agrícolas. En especial, la robótica aplicada a labores como la siembra, el riego, la aplicación de fertilizantes o la recolección, mejorará la eficiencia en la realización de las mismas. Por otro lado, la incorporación de las nuevas tecnologías a los invernaderos, puede optimizar su gestión gracias a sensores, controladores y actuadores.

La sexta sección hace una revisión de la aplicabilidad del comercio electrónico a la agricultura. La principal utilidad del comercio electrónico reside en su capacidad para coordinar e integrar todos los agentes implicados en la cadena de valor, de tal forma que sea posible conocer la situación de los productos en cada momento según avanzan por la cadena, lo que revierte en una óptima planificación de los recursos.

Al final de cada uno de estas secciones, se realiza un análisis de los beneficios que proporcionará la implantación de las nuevas tecnologías a los agricultores en las áreas seleccionadas. También se detallan algunas de las barreras previas a la adopción de las TIC.

El capítulo finaliza con una sección de conclusiones, en el que se indica cómo los nuevos avances y desarrollos tecnológicos en las telecomunicaciones pueden mejorar la realización de tareas y la gestión de las explotaciones agrícolas, y fomentar el desarrollo rural.

Como última consideración destacaremos que, a pesar de que el presente capítulo está orientado a analizar el sector de la agricultura, en ningún momento podemos obviar que inevitablemente la agricultura está directamente ligada a la alimentación (consumo humano y animal) y a la industria (elaboración y transformación de alimentos), en lo que se conoce como industria agroalimentaria. Por lo tanto, a la hora de analizar determinadas áreas, será necesario contemplar una visión global de la cadena de valor agroalimentaria, para alcanzar una mejor comprensión del problema planteado en su conjunto.

1. La agricultura: caracterización del sector

El uso abusivo e irracional de los recursos naturales en la agricultura ha conducido a una situación que puede resumirse con el siguiente dato: un tercio de la superficie cultivable se encuentra con niveles graves de degradación. Esto se debe a una ineficiente utilización de insumos agrícolas (en especial fertilizantes y plaguicidas), y la sobreexplotación del suelo y de los recursos hídricos.

La reforma de la Política Agrícola Común (PAC) tiene entre sus objetivos principales frenar esta situación y conseguir un desarrollo sostenible, que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer los recursos naturales a las generaciones futuras. Para alcanzar esta sostenibilidad es preciso superar tres desafíos (1):

- **Un desafío económico**, que consiste en mejorar la viabilidad y competitividad del sector agrario. En esto juegan un papel clave dos nuevos conceptos como son la calidad y la seguridad alimentaria.
- **Un desafío social**, que busca ofrecer oportunidades de desarrollo económico y de mejora de las condiciones de vida en las zonas rurales.
- **Un desafío medioambiental**, fomentando prácticas medioambientales correctas y proporcionando servicios de mantenimiento de los hábitats y de la biodiversidad.

El reto está claro: es preciso aumentar la producción agrícola, pero basándose en nuevas tecnologías respetuosas con el medio ambiente. Para ello se hace necesario un fuerte ritmo de innovación, tanto en los métodos de tratamientos de cultivos, empleando fertilizantes y productos fitosanitarios cada vez más inocuos, como en la generación de nuevas variedades de cultivos más resistentes y que proporcionen un mayor rendimiento.

1.1 Información sectorial

En España, la agricultura aporta al PIB nacional un porcentaje significativo, el 3.8% (2). Se trata de un sector que se encuentra influenciando por los mismos factores socioeconómicos que el resto de sectores industriales (evolución del mercado, de la producción, de la demanda y de los precios, entre otros), y por otros de índole climática (precipitaciones, temperaturas) que afectan al resultado anual de la actividad económica agrícola.

Respecto a la población activa del sector agrario, España emplea el 5.9% (3) registrándose un progresivo envejecimiento, con casi el 57% de los trabajadores mayores de 40 años (4). Al mismo tiempo, y para agravar la situación, se está produciendo una progresiva inmigración a otros sectores económicos.

(1) UE (2004).

(2) PIB a precios constantes. Avance de 2002. Fuente INE.

(3) Labour Force Survey 2002. Fuente Eurostat.

(4) Encuesta de Población Activa. 2003. Fuente INE.

Asimismo cabe destacar que la agricultura en España viene caracterizada por unas diferencias regionales notables, debidas principalmente al medio físico (distintos tipos de suelos y condiciones climatológicas dispares), a los cultivos predominantes y a la importancia de las estructuras productivas comerciales.

1.2 Tipos de explotaciones

Existen distintos tipos de agriculturas, según el modo de explotación de los terrenos agrícolas:

La **agricultura extensiva** es la que se localiza sobre grandes extensiones de tierra. Su productividad, ratio rendimiento/superficie, suele ser baja.

La **agricultura intensiva** se localiza sobre superficies limitadas de terreno, y requiere de una gran inversión tanto financiera como técnica para obtener altos rendimientos.

La **agricultura ecológica, orgánica o biológica**. Es la obtenida a través de un sistema de producción sostenible en el tiempo, que maneja racionalmente los recursos naturales, no utiliza productos de síntesis química y brinda alimentos sanos y abundantes, manteniendo la fertilidad del suelo y la diversidad biológica.

La **agricultura integrada** implica la obtención de productos agrícolas sanos y seguros, mediante el empleo de prácticas de cultivo que respeten el medio ambiente (mínima aplicación de productos químicos).

1.3 Cadena de valor y agentes involucrados

Los alimentos llegan al consumidor con un grado mayor o menor de elaboración, a través de la cadena de valor agroalimentaria. Los principales actores que intervienen son:

Proveedores de *inputs*. Son las empresas encargadas de almacenar y suministrar los insumos a los agricultores. Esto incluye semillas o plántones, fertilizantes, productos fitosanitarios, etc.

Productores. Son los agricultores. Se encargan de transformar la semilla/plánton, en un producto alimentario, ya sea destinado directamente al consumidor o previo paso por la industria transformadora. Para ello realizan la siembra, aplican los nutrientes y los tratamientos fitosanitarios, riegan y por último recolectan los cultivos. La cosecha se suele entregar en las cooperativas, que son quienes gestionan la salida de los productos al mercado.

Cooperativas. Son agrupaciones cuyos socios son los propios agricultores. Tienen la misión de proporcionar apoyo y asesoramiento al agricultor, compartiendo en ocasiones inversiones y gastos, así como de recibir, almacenar, envasar y gestionar la salida de las cosechas que llegan desde las distintas explotaciones.

En ocasiones, las cooperativas realizan sobre los productos, algunas labores de tratamiento básico, como preenfriado, limpieza, control de calidad o clasificación.

Industrias manipuladoras. Son las empresas encargadas de la manipulación de los vegetales. Abarca todas aquellas actividades que incorporan valor añadido al producto agrícola procedente del campo, con objeto de facilitar su comercialización y consumo. Sus actividades van, desde una simple clasificación por calidades o tamaños, hasta tratamientos más complejos, como el tueste, mezclado y envasado del café.

Industrias de transformación. Se trata de la industria alimentaria propiamente dicha, encargada de transformar los productos procedentes bien de las cooperativas, bien de la industria manipuladora, para obtener subproductos o derivados.

Distribución y venta. Son las encargadas de recoger las unidades logísticas de productos, almacenarlas, transportarlas y presentárselas al consumidor. Deben ser capaces de transmitir al consumidor, toda la información procedente de la trazabilidad del producto.

La realizan desde grandes centros de distribución (hipermercados, grandes superficies) hasta pequeños centros minoristas, sin olvidar a los Mercas.

Consumidores. Es el usuario final y último eslabón de la cadena. El consumidor es quien realmente impone, con su demanda, las exigencias de calidad y seguridad alimentaria.

Administraciones. Las Administraciones no son agentes de la cadena de valor agroalimentaria, pero sus funciones son decisivas en muchos aspectos, tales como: la elaboración e interpretación de la legislación, el control y seguimiento de su cumplimiento, el establecimiento de los niveles mínimos requeridos o la frecuencia de los controles y auditorías a realizar.

1.4 Alcance del estudio

A partir de los desafíos a los que se enfrenta el sector de la Agricultura, podemos concluir que existen una serie de áreas donde las TIC pueden contribuir, ayudando a afrontar los retos planteados.

Las áreas de aplicación detectadas se resumen a continuación:

1. **Trazabilidad total agrícola.** Implica la recopilación, almacenamiento, gestión y difusión de información asociada a un producto alimenticio. Esta información abarca desde las características de los insumos suministrados al agricultor, hasta la presentación del producto final al consumidor. En estas circunstancias, el empleo de sistemas de información puede resolver muchos problemas.
2. **Agricultura de Precisión.** Es una modalidad agrícola que emplea métodos de análisis de producción, control y seguimiento, interpretación y decisión. Incluye desde la automatización en la recogida y tratamiento de los datos procedentes del campo de cultivo para su posterior realimentación en la toma de decisiones, hasta la gestión completa de la explotación. La agricultura de precisión facilita el seguimiento y evolución de los cultivos, la ubicación de las especies cultivadas en las parcelas de cultivo (para dar cumplimiento a la Política Agrícola Común) o el análisis de los costes implicados en el proceso productivo.
3. **Gestión del agua de riego.** La escasez de agua representa un problema grave que es necesario solucionar. Las redes de información meteorológica y de medida y control del agua,

proporcionan gran cantidad de información para realizar una adecuada gestión y planificación de los recursos hídricos. Además, las TIC facilitan la implantación de aplicaciones para analizar la calidad del agua, controlar riegos y abonados, o acondicionar y controlar las condiciones de producción en instalaciones.

Por otro lado, también se considerarán en este apartado los sistemas de energía solar como fuente de energía agrícola. La energía solar fotovoltaica puede resultar de gran utilidad para suministrar alimentación en los sistemas de riego automáticos.

4. **Robótica aplicada a la manipulación de cultivos.** La utilización de robots en el campo puede facilitar las labores de siembra y trasplante, la aplicación de nutrientes y/o productos fitosanitarios o la recolección.
5. **Comercio electrónico.** Facilita la fluidez en las relaciones comerciales mediante la integración de todos los eslabones de la cadena de agroalimentación, optimizando de ese modo la gestión de compras y ventas.

Para lograr introducir las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en estas áreas, va a ser determinante constituir redes de conocimiento y desarrollo tecnológico en las que se integren todos los agentes implicados en el sector agrícola, desde el proveedor de insumos y el productor, hasta las distribuidoras, sin olvidar a los centros de investigación y administraciones, con el fin de detectar y definir adecuadamente las necesidades existentes y ofrecer soluciones adaptadas a las mismas.

En estas redes debe prevalecer una óptima coordinación basada en la fluidez, tanto en el intercambio como a la hora de compartir información. Asimismo, hay que tener en cuenta, que cada cultivo y explotación es distinto, y deben tratarse de forma separada.

A continuación, vamos a proceder a estudiar, en profundidad, la problemática que presentan estas áreas definidas, junto con las aplicaciones y herramientas tecnológicas que pueden ayudar a resolverlas.

En el caso de la Trazabilidad Agrícola (TA) y el Comercio Electrónico (CE), por tratarse de áreas horizontales que involucran a toda la cadena de alimentación agrícola, el estudio se extenderá a toda la cadena.

2. Trazabilidad agrícola

2.1 Definición

La trazabilidad se define como (5) *"la posibilidad de encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución, de un alimento, un pienso, un*

(5) Reglamento (CE) n° 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo

animal destinado a la producción de alimentos o una sustancia, destinados a ser incorporados en alimentos o piensos o con probabilidad de serlo".

Un sistema de trazabilidad debe extenderse a toda la cadena de valor y en consecuencia, debe comenzar en el nivel de producción primaria, ya sea agricultura, ganadería o pesca y recorrer todos los eslabones de la cadena recopilando, almacenando y transmitiendo los datos, hasta llegar al consumidor final. Si el sistema falla en algún eslabón, la trazabilidad se pierde, y con ella la posibilidad de llegar hasta el origen del producto.

La participación de distintos agentes requiere la adopción de un método global, aplicado a todos los productos y lotes, con el fin de poder realizar una identificación única e inequívoca, garantizando registros exactos y una relación entre éstos, así como una adecuada comunicación hacia clientes y proveedores, sin olvidar los demás agentes relevantes dentro de la cadena de abastecimiento.

Los productos agrícolas no son diferentes a los otros alimentos y los compradores están exigiendo cada vez más seguridad y calidad garantizada. Estas dos características, las proporciona la trazabilidad:

- La trazabilidad constituye una herramienta para mejorar la **Seguridad Alimentaria**. No es que la trazabilidad garantice la seguridad, sino que constituye una herramienta de gran utilidad, que reduce los riesgos y favorece una rápida y efectiva reacción en caso de detectarse una alerta, generando de ese modo, mayor confianza en el consumidor.
- La trazabilidad conlleva una garantía de **Calidad Alimentaria**. Conocer todas las etapas de producción de un alimento, permite disponer de valiosa información sobre cómo ha sido producido, con qué productos ha sido tratado, quién lo ha envasado y transportado, o cómo ha sido conservado y comercializado. Esta información genera en el producto, un valor añadido y diferenciador.

2.2 Políticas relacionadas con la trazabilidad

A partir del 1 de enero de 2005, la UE hará obligatoria la trazabilidad para todos los productos alimentarios, es decir, la obligación de seguir el rastro de un producto "de la granja a la mesa" o "del campo a la mesa". Las empresas deben ser capaces de:

- Identificar quién les ha suministrado y a quién han suministrado (proveedores y clientes) un determinado producto/insumo.
- Etiquetar o identificar adecuadamente los productos para facilitar la trazabilidad.

Por tanto, un sistema "mínimo" de trazabilidad debe garantizar la procedencia y características de ingredientes, aditivos, envases o componentes.

También existen una serie de normativas y buenas prácticas que favorecen la calidad y seguridad, como el Protocolo de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Normativa de Producción Integrada o Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (ARCCPC).

2.3 Ventajas que aporta la trazabilidad

La trazabilidad esencialmente es una herramienta de gestión y comunicación de información que permite tener disponible la información relativa a productos y procesos a lo largo de toda la cadena de alimentación. Además, su implantación presenta las siguientes ventajas.

1. A los **productores, cooperativas y distribuidoras** les permite:

- Mejorar la seguridad de los productos, ya que en caso de existir un lote problemático se puede localizar rápidamente, de manera que el resto de la producción no se vea afectada.
- Demostrar y certificar la calidad de los productos y sus marcas.
- Cumplir las exigencias legales.
- Adquirir ventajas competitivas gracias a que la trazabilidad favorece la integración de procesos, mejora en la gestión de almacenes o permite crear registros de calidad de los proveedores.

Por tanto, la trazabilidad debe verse como una herramienta que proporciona valor a la empresa, y no sólo como un mero coste.

2. A las **autoridades sanitarias** les permite inmovilizar rápidamente los productos inseguros para retirarlos del mercado si es necesario. Asimismo, siguiendo el rastro del producto afectado, permite descubrir y combatir la causa que ha originado esa inseguridad.

3. A los **consumidores** les da tranquilidad ante una alerta alimentaria y certificación de la calidad del producto. La disponibilidad de información sobre el producto que se adquiere, facilita la realización de la compra, ya que proporciona un completo conocimiento de las características y tratamientos que ha seguido ese producto, lo que revierte en una comprobación de la calidad del mismo.

2.4 Implantación de un sistema de trazabilidad en la cadena de valor agroalimentaria

En los siguientes apartados, se va a considerar un caso general de implantación de un sistema de trazabilidad, que requeriría ser particularizado para cada especie vegetal cultivada. Los elementos a considerar son:

- **Identificador** de cada unidad de producto, unidad logística y su localización. Cualquier producto que requiera ser trazado o rastreado, debe ser unívocamente identificado.
- **Información** del producto. Puede tratarse de:
 - Información que acompaña al producto, y se adjunta físicamente a él, en forma de etiqueta.
 - Información asociada al producto, a la que se accede gracias al identificador que porta la etiqueta.
- **Enlace**: entre el identificador y la información. Es necesario asegurar la continuidad del flujo de información. Cada agente debe comunicar al siguiente eslabón las claves necesarias para

acceder a la información asociada al producto, y la posibilidad de compartir la información y mantenerla actualizada.

2.4.1 Pasos a seguir para implantar un sistema de trazabilidad

Un sistema de trazabilidad requiere una metodología y un máximo nivel de coordinación entre los agentes implicados en la cadena de suministros. A continuación vamos a describir la implantación de un sistema de trazabilidad en la cadena de alimentación agrícola.

1. Determinación del tamaño del lote de producción. Se trata de una decisión de negocio: cuanto más grande sea el tamaño del lote, más fácil y menos costosa será la trazabilidad. Sin embargo, en caso de detectarse una irregularidad, será necesario retirar una mayor cantidad de productos.

Cada agente de la cadena debe decidir un tamaño de lote para procesar el producto, considerando siempre el tamaño de lote de entrada, ya que no deben juntarse productos que han pasado por tratamientos distintos. En este punto, las cooperativas constituyen un paso crítico dentro de la cadena, ya que continuamente están llegando mercancías de distintas explotaciones y el riesgo de que los productos se mezclen, anulando el trabajo realizado por el agricultor, es elevado.

2. Definición de la información necesaria que se quiere dar a cada producto saliente, esto es, los procesos por los que pasará el producto entrante. Aquí cada agente tendrá sus procesos. Por ejemplo, el agricultor debe anotar tipo de suelo, origen de la semilla, fecha de siembra y de recolección, control de agroquímicos o riegos aplicados, mientras que la distribuidora deberá considerar datos sobre el transporte, origen, destino, duración, tiempo y condiciones de almacenamiento.
3. Selección de los sistemas de identificación más adecuados, y diseño de un sistema de información, que sea capaz de almacenar para cada producto entrante, la información de los procesos seleccionados en el paso 2.
4. El etiquetado es el elemento más importante y representativo, ya que es el encargado de mostrar toda la información que previamente ha sido recogida y almacenada.
5. Realización de auditorías tanto internas como conjuntas con proveedores y clientes, para comprobar que los enlaces funcionan correctamente.

Al final de todo el proceso debe ser posible conocer dónde se ha producido un producto, con qué sustancias ha sido tratado, cuándo se ha recolectado, cómo ha sido empaquetado, por quién ha sido transportado y enviado al consumidor final, y la duración parcial y total de estos procesos.

2.5 Tecnologías involucradas

2.5.1 Tecnologías para la Identificación y Captura de Datos

Actualmente los códigos de barras son el sistema de identificación más empleado como herramienta para identificar los productos. Sin embargo, últimamente se está descubriendo el enorme potencial de las etiquetas de radiofrecuencia (RFID) a la hora de almacenar y transmitir la información.

La tecnología RFID permite la lectura de los datos que porta una etiqueta, sin necesidad de contacto con el lector. Presenta una serie de **ventajas diferenciales**, frente a los códigos de barras:

- Posibilidad de añadir información (permite la reprogramación y reutilización).
- Alta capacidad de almacenamiento de información (identificador e información).
- Robustez y seguridad (es posible proteger, codificar y encriptar la información).
- Capacidad de lectura sin necesidad de tener línea de vista.
- Permite realizar múltiples lecturas, gracias a un mecanismo anticolidión.
- Se integra fácilmente con sensores capaces de medir temperaturas, de detectar presencia de agentes químicos o biológicos o de monitorizar otras características ambientales.

Con esta tecnología, los agentes podrían ir escribiendo en una etiqueta RFID los datos relativos al producto, acompañándolo a lo largo de toda la cadena agroalimentaria. Su información se podría consultar en cualquier momento, mejorando la transparencia de la cadena de valor. De cara a la seguridad alimentaria agilizaría la detección de los problemas, pudiendo acceder de forma rápida a los procesos que haya seguido el producto.

La información que llevan las etiquetas debe escribirse en un lenguaje común de información. En este sentido, EAN-UCC está desarrollando un estándar para la identificación por radiofrecuencia, denominado EPC (*Electronic Product Code*), que pretende convertirse en un estándar para la utilización de identificadores por RF.

2.5.2 Tecnologías para el Intercambio Electrónico de Datos

Asociada al flujo físico de productos va otra información relativa al producto. Una de las ventajas de informatizar la información reside en su potencial para acelerar su transmisión, acceso y consulta, para reducir los errores y para aumentar la seguridad.

Resulta obvia la necesidad de establecer lenguajes comunes para el intercambio de información entre todos los agentes de la cadena agrícola. Para ello existen básicamente dos tipos de estándares:

- EDI (*Electronic Data Interchange*). Es el método tradicional de intercambio de documentos electrónicos entre empresas. Aunque posee gran capacidad, se trata de un lenguaje complejo y caro que está siendo desplazado por un nuevo estándar, el XML.

- XML (*eXtensible Mark-Up Language*). Es un estándar abierto y libre de royalties que utiliza un lenguaje autodescriptivo. Cualquier sector de la industria puede utilizarlo previa descripción de la información que se va a intercambiar. Los costes de implantación son asequibles y cualquier plataforma tecnológica puede entenderlo.

2.5.3 Redes de Comunicación

En el entorno agrícola, existen básicamente dos tipos de comunicación: dentro de la explotación y hacia el exterior. Por un lado aparece la necesidad de transmitir inalámbricamente los datos recogidos desde distintos puntos del campo hasta el centro de control, para su posterior incorporación al sistema de trazabilidad de la explotación, con objeto de actualizar, en tiempo real, los registros relativos a las operaciones realizadas en la explotación. Para desarrollar este tipo de comunicación se necesitará el despliegue de una Red de Área Local Inalámbrica (WLAN).

Por otro lado, es necesario que desde la explotación se disponga de acceso a Internet, ya sea de forma fija o inalámbrica, dependiendo del tipo de infraestructuras disponibles en la zona. Este acceso asegurará la continuidad del flujo de información asociado al flujo físico de productos que el agricultor debe transmitir al siguiente eslabón de la cadena.

2.5.4 Aplicaciones Software

Para manejar la gran cantidad de datos que se generan en un sistema de trazabilidad, se necesita implantar modelos de gestión, capaces de almacenar y gestionar los registros de información de un modo integrado. Con este fin se utilizarán aplicaciones para la gestión de explotaciones, gestión de inventario, control de almacenes, optimización de la logística, evaluación de costes, contabilidad, presupuestos.

Actualmente existen ya diversas empresas que se encargan de proporcionar software agrario. Sin ir más lejos, el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación ha desarrollado la aplicación informática GEA (Gestión de Explotaciones Agrarias), y la ofrece de forma gratuita a los agricultores de cualquier explotación, ya sea de secano, de regadío o en invernaderos.

2.6 Beneficios y barreras de las TIC en la trazabilidad

La trazabilidad, como garantía de calidad, fortalece la marca y la imagen del producto, lo que redundará en la fidelización de los clientes. A pesar de ello, aún existen reticencias de los agricultores a la hora de implantar sistemas de trazabilidad. El motivo es que el beneficio derivado de la implantación de dicho sistema no es obvio a primera vista, porque el valor añadido que se le proporciona al producto no es percibido hasta que el consumidor lo adquiere. Además, muchos agricultores son reacios a dar a conocer sus técnicas de cultivo y materias primas empleadas.

En relación a la seguridad alimentaria, el interés de las administraciones para que los agricultores la certifiquen se hace patente con la próxima entrada en vigor, el 1 de enero de 2005, del Reglamento de Trazabilidad, que obligará a todos los productores a controlar la

procedencia y el destino de sus productos, así como los tratamientos realizados sobre ellos. Por tanto, la trazabilidad será un hecho y sólo queda dar a conocer a los agricultores la simplificación de procesos que implicará implantar un sistema de trazabilidad con las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones disponibles.

A continuación se relacionan los beneficios que suponen la implantación de un sistema de trazabilidad basado en TIC, así como las barreras a su adopción.

- **Beneficios**

- La automatización de los procesos de identificación y captura de datos redundará en una mejora de la fluidez y rapidez de las operaciones.
- Ante la gran cantidad de datos procedentes del cultivo, que el agricultor debe recoger, anotar y manejar, únicamente un sistema de información adecuado será capaz de gestionarlos, simplificando en gran medida esta labor, y permitiendo ayudar en los procesos posteriores de toma de decisión.
- A la hora de transmitir la información relacionada con la trazabilidad, no es necesario que un "cuaderno" acompañe al producto, sino que los sistemas de identificación y captura de datos permiten que se almacene la información en una etiqueta o un chip con realimentación a una base de datos.
- El almacenamiento de la información en bases de datos informatizadas aumenta la fiabilidad y seguridad de los datos ante errores accidentales o intentos de fraude.
- La informatización de los sistemas de trazabilidad, permite a los agricultores demostrar y difundir de forma sencilla las características de sus productos. Esto satisfará las exigencias de consumidores y administraciones, cada vez mayores, en lo relativo a calidad y seguridad de los alimentos.
- Una de las mejores formas para combatir el aumento de competencia, derivado de la liberalización del mercado comunitario, es la aportación de valores añadidos al producto. En este marco, las TIC diferenciarán al agricultor que las utilice.
- Las grandes distribuidoras y cadenas comerciales son cada vez más rigurosas a la hora de exigir a los agricultores criterios de producción controlada que garanticen la calidad de los productos. La informatización de los sistemas de trazabilidad fortalece el poder negociador de los agricultores, ya que dispondrán de gran cantidad de información para demostrar la calidad y el tratamiento seguido por sus productos.

- **Barreras**

- La débil promoción de las nuevas tecnologías en el sector provoca que el agricultor desconozca los potenciales beneficios y utilidades que las TIC les pueden brindar.
- No hay suficientes productos y servicios relacionados con las nuevas tecnologías, adaptados a su uso por parte del agricultor. Este hecho, unido a la falta de formación del agricultor en el manejo de las TIC, revierte en una clara reticencia a utilizar nuevos dispositivos. Sin ir más lejos, la anotación manual de datos en registros de papel es percibido como un soporte más fiable y sencillo que la utilización de "complejos" ordenadores.

3. Agricultura de Precisión

3.1 Descripción

La Agricultura de Precisión (AP) es el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones para adecuar el tratamiento de suelos y cultivos a la variabilidad presente dentro de cada parcela de una explotación. La información recogida debe usarse para conocer el rendimiento del cultivo y tomar acciones para mejorarlo. Esta nueva agricultura, al contrario que la tradicional, se caracteriza por un mayor dominio de la información y una menor utilización de componentes no naturales.

La agricultura de precisión divide una explotación en parcelas o sectores cuyo rendimiento es variable, con el fin de realizar distintos tratamientos sobre cada sector. En las prácticas tradicionales se trata al suelo de manera uniforme, y por lo general no se tiene en cuenta las diferencias de rendimiento existentes entre las distintas parcelas. A la hora de realizar la división de la explotación en sectores, lo lógico es que el criterio empleado se base en las diferencias de rendimiento. Sin embargo, en ocasiones éstas son mínimas o desconocidas, por lo que se hace necesario emplear otros criterios, tales como fechas de siembra, variedad de cultivo, dosis de fertilizantes, localización geográfica, etc.

Los **beneficios** derivados de la implantación de la agricultura de precisión en una explotación son, a grandes rasgos:

- Una mejora considerable de la productividad, mediante la optimización del rendimiento y de la logística de las operaciones en el campo.
- Una reducción de los costes de producción, al hacer un uso más eficiente de los insumos empleados en el cultivo.
- Ofertar productos diferenciados. Es posible llevar un registro detallado de qué insumo se aplicó, cuánto y dónde, es decir, proveer de un conjunto de informaciones sobre los productos destinados al consumo humano.
- Documentar los insumos aplicados para obtener certificaciones de calidad o para demostrar el cumplimiento de las reglas de protección ambiental.

En países como Estados Unidos, Australia, Argentina o Gran Bretaña, hay una gran penetración de esta tecnología, en los grandes cultivos de cereales o maíz. En España parece posible obtener una alta rentabilidad en las producciones vinícolas y en las azucareras.

3.2 Fases de la agricultura de precisión

La Agricultura de Precisión abarca cuatro etapas fundamentales:

1. Cálculo del rendimiento del cultivo: elaboración de mapas de rendimiento en cantidad, calidad y ratio rendimiento-calidad.

2. Determinación de las causas que han provocado la variabilidad del rendimiento del cultivo: muestreo intensivo de suelos y condiciones climáticas.
3. Planificación de la futura aplicación: elaboración de mapas de aplicación.
4. Aplicación de insumos: dosis variable de insumos.

3.3 Aplicaciones TIC

3.3.1 Monitores de rendimiento y elaboración de mapas

Un monitor de rendimiento es un sistema que recoge la información procedente de distintos sensores y gracias a un software calcula el rendimiento de un cultivo en el tiempo y en el espacio, basándose en la información de localización de cada parcela proporcionada por el sistema de localización por satélite GPS. El resultado se representa en un mapa gráfico.

Actualmente existe una gran problemática debida a la brecha de información existente entre los mapas de rendimiento y la aplicación de insumos. Esta brecha se traduce en que los potenciales aumentos de productividad derivados de esta tecnología, se ven reducidos, fruto de una deficiente realimentación de la información.

3.3.2 Muestreo intensivo de suelos

Es el proceso que permite al agricultor conocer cuál es el factor limitante que provoca las diferencias de rendimiento dentro de las distintas parcelas de un mismo cultivo, y tomar acciones para mejorar este hecho. Consta de tres etapas:

1. Toma de muestras representativas de cada área considerada (guiado por un GPS).
2. Análisis en laboratorio e interpretación de resultados.
3. Toma de decisión sobre el siguiente tratamiento del cultivo a realizar.

3.3.3 Mapa de aplicación y dosis variable de insumos

Con la información disponible a partir del muestreo intensivo de suelos y del mapa de rendimiento, el sistema de información genera un mapa con las futuras acciones: el **mapa de aplicación**. Este mapa se crea sobre una base de datos GIS, que contiene todos los datos relativos a la explotación y a rendimientos anteriores. Este paso supone la realimentación de toda la información recolectada durante todo el período de cultivo de la última cosecha, por lo que un adecuado uso de esta información permitirá aumentar el rendimiento de la siguiente cosecha.

Posteriormente, gracias al GPS y a controladores en la salida de insumos, se puede realizar un ajuste en tiempo real de la aplicación de insumos, de acuerdo a las indicaciones del mapa de aplicación. La incorporación de este tipo de tecnología a los distintos tipos de maquinaria existente trae consigo la automatización de los procesos en el campo, con la consiguiente optimización de recursos y aumento de productividad.

3.3.4 Guiado semiautomático

Consiste en la incorporación a la maquinaria que realiza las operaciones en el campo, de un sistema de posicionamiento DGPS que posibilita el conocimiento en cada momento de su posición. Con la ayuda de un panel gráfico, es posible trazar líneas rectas perfectas para trabajar la tierra.

3.3.5 Gestión de explotaciones

La producción agrícola debe manejar gran cantidad de datos procedentes de muy diversas fuentes, de modo que se conviertan en información útil y generen conocimiento de cara a la toma de decisiones.

Por tanto, es necesaria la existencia de un sistema de información que reciba, analice, gestione y decida, que manipule las bases de datos (GIS, agroclimáticas), elabore mapas, genere simulaciones, estime rendimientos, planifique recursos, etc. En este punto, el papel de Internet como integrador y potente difusor de información resulta imprescindible.

3.3.6 Simulación de cultivos

Con la gran cantidad de información que permite tener disponible la agricultura de precisión, es posible generar modelos agronómicos de predicción y diagnóstico para la simulación de cultivos, donde el agricultor pueda entender lo sucedido en una situación particular o predecir lo que va a pasar a partir de los datos disponibles.

3.3.7 Sistemas Expertos y Sistemas de Soporte a la Decisión

Los sistemas expertos (SE) permiten utilizar el conocimiento de agricultores y expertos en diversas áreas (entomología, horticultura y agrometeorología) con el fin de resolver las necesidades específicas de un agricultor y ofrecer soluciones a los problemas relacionados con sus cultivos. Combinan la experiencia y conocimiento de un experto, con las capacidades intuitivas de razonamiento de multitud de especialistas. Para ello se basan en un programa informático que simula el comportamiento de un experto ante un problema y proporciona una solución.

Algunas de las cuestiones que se planteen pueden referirse a control de plagas, necesidad de fumigación, selección del tipo de productos que es necesario aplicar, gestión de maquinaria, recuperación de los daños provocados por inclemencias meteorológicas, etc.

3.4 Tecnologías involucradas

3.4.1 Sistema de posicionamiento global (GPS)

El sistema GPS es la piedra angular de la AP, ya que permite localizar y ubicar en cualquier punto de una explotación, personas y objetos en tiempo real. El sistema obtiene la información

de localización a partir de la triangulación de las señales de al menos 4 de los 24 satélites que giran alrededor de la Tierra en órbitas conocidas.

La precisión obtenida por el sistema varía entre 5 y 20 metros. Sin embargo, es posible corregir este error empleando señales auxiliares, en lo que se conoce como sistema DGPS (GPS Diferencial). Con DGPS, es posible alcanzar hasta 1 metro de precisión, por lo que en la AP será la herramienta de localización que se utilice.

3.4.2 Sistema de Información Geográfica GIS

Un sistema de información es un conjunto de elementos que interactúan entre sí y que permiten capturar, procesar, almacenar y distribuir información con el fin de apoyar la toma de decisiones y el control de una organización.

En particular, un GIS es un sistema de información que maneja datos cartográficos. La información, contenida en bases de datos, se representa visualmente sobre mapas digitales, estructurados en capas que contienen gran cantidad y variedad de información: características topográficas (vegetación, ríos, cotas), datos catastrales, tipo de explotación, tipo de cultivo, nombre del titular, productividad, rendimientos etc.

En España existen varios SIG (Sistemas de Información Geográfica): el SIG Agrario, SIG Oleico y SIGPAC (SIG Parcelas Agrícolas) (6).

3.4.3 Sensores

Son dispositivos que permiten convertir una magnitud física en una señal eléctrica que puede manejarse para suministrar información. Los sensores incorporan sistemas de acondicionamiento de señal que lanzan aplicaciones a partir de las medidas recogidas, o bien, simplemente, proceden a enviar los datos recogidos a un ordenador que procesa la información y toma las decisiones oportunas.

Aplicados a la AP, facilitan en cada momento información al agricultor sobre la calidad y cantidad de la cosecha (a través de sensores de peso y de humedad) o sobre determinadas condiciones críticas para un cultivo (temperatura, concentración de sustancias).

3.4.4 Detección remota o teledetección

Se trata de obtener información sobre un objeto, área o fenómeno a través del análisis de los datos obtenidos con un sensor remoto, es decir, un sensor que no tiene contacto físico con el objeto a medir. Comprende un conjunto de técnicas tales como la fotografía aérea multispectral, fotogrametría, radar y detección electrónica de ondas electromagnéticas radiadas por la superficie de la tierra.

(6) Más información <http://www.mapa.es/es/sig/sig1.htm>

Es necesario un aumento en la resolución de los sensores y un conocimiento profundo de las correlaciones entre los niveles de reflectancia recibidos remotamente y las propiedades del cultivo.

3.4.5 Dispositivos electrónicos

Se trata de pequeños ordenadores portátiles que se instalan a bordo de la maquinaria agrícola, y permiten el almacenamiento de los datos proporcionados por los sensores, un procesamiento básico de los mismos, y su posterior representación en pantalla. También poseen funciones de control, que les permite lanzar órdenes a la máquina, de modo que permita variar su velocidad o controlar la cantidad de insumos aplicada.

3.4.6 Redes de comunicación

Las redes de comunicación permiten transferir toda la información recogida por los sensores ubicados en la maquinaria agrícola, desde el campo hasta un lugar donde sea posible procesarlos y tomar decisiones con más comodidad. De esta forma se dispone de información precisa y oportuna, disminuyendo la incertidumbre a la hora de tomar decisiones.

3.4.7 Sistemas Expertos (SE)

Los SE están englobados típicamente en la categoría de Sistemas de Soporte a la Decisión (SSD). La diferencia entre ambos reside en que los SSD proporcionan una ayuda para facilitar la toma de decisiones mediante el procesamiento de los datos introducidos por el agricultor, mientras que los SE "imitan" la decisión que tomaría un experto, procesando el conocimiento almacenado en el sistema en forma de reglas.

Actualmente, uno de los mayores impedimentos en el desarrollo de sistemas expertos es la gran complejidad y consumo de tiempo que implican sus procesos.

3.5 Beneficios y barreras de las TIC en la agricultura de precisión

La agricultura de precisión proporciona un enfoque completamente nuevo a la gestión de explotaciones agrícolas, ofreciendo importantes beneficios. Sin embargo también presenta una serie de barreras, que vemos a continuación.

• Beneficios

- Mejora de la gestión de la explotación y de la documentación para la trazabilidad de sus productos.
- La informatización de los datos recogidos, junto con la aplicación de los conocimientos edafológicos del agricultor, favorecerá la realización de previsiones de comportamiento y simulación de cultivos, que permitan aprender de experiencias anteriores.

- El despliegue de redes de comunicación permite la conectividad dentro y hacia fuera de la explotación, reduciendo el aislamiento de los agricultores.
- **Barreras**
 - La inversión inicial en equipos hardware y software es percibida por los agricultores como alta, ya que los beneficios pueden no ser evidentes a simple vista.
 - La falta de usabilidad de las interfaces tecnológicas y el bajo nivel de informatización del sector.
 - Existe un bajo nivel de formación e información de los agricultores, que en ocasiones desconocen las implicaciones y beneficios que la agricultura de precisión puede aportarles.
 - Existe la necesidad de disponer, no solamente de los dispositivos adecuados para llevar a cabo la agricultura de precisión, sino también de una infraestructura de comunicaciones que permita transmitir la información desde la maquinaria que recoge los datos hasta el centro de control.

4. Gestión del agua de riego

4.1 Introducción

La agricultura supone una importante fuente de ingresos en la economía española. El factor más determinante para su desarrollo es el agua, debido a que la agricultura más rentable se da precisamente en la España seca. Baste decir que una hectárea de regadío produce, por término medio, unas seis veces más que una hectárea de secano, y genera una renta cuatro veces superior. Este hecho provoca que las dos terceras partes del consumo total de agua en España se dediquen al regadío (7).

Sin embargo, la principal característica de los recursos hídricos en España es la diversidad. Las precipitaciones no sólo son escasas en gran parte del territorio, sino que además se distribuyen de forma irregular a lo largo de toda la temporada agrícola. Esto provoca que la agricultura española sea muy vulnerable ante la variabilidad de las condiciones climáticas. Como compensación, debe buscarse una reducción de esta vulnerabilidad mediante una gestión adecuada de los recursos hídricos, imprescindibles para un buen desarrollo productivo.

4.2 Tipos de cultivo

Las grandes tipologías de cultivos vienen representadas por el secano, el regadío, los invernaderos y la agricultura de montaña.

En España la más importante es la **agricultura de regadío**, de los grandes espacios de viñedo y del olivar, que cumple un importante papel en la producción española y en el desarrollo

(7) Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

sostenible de su economía. A pesar de que consume dos recursos escasos muy relevantes: el suelo y el agua, su utilización se justifica debido a sus beneficios:

- Económicos: permite alargar campañas agrícolas, aumentar el rendimiento y la productividad de las explotaciones, fomentar la diversidad de los cultivos...
- Sociales: favorece el desarrollo rural sostenible y la ordenación del territorio.

Sin embargo, el regadío es uno de los factores que ha provocado problemas con la disponibilidad de agua, lo cual evidencia la necesidad de encontrar modelos adecuados para su gestión y llevar a cabo acciones de modernización para favorecer un uso más racional del agua.

4.3 Gestión del agua

La gestión sostenible del agua tiene por objeto promover la explotación de los recursos hídricos, de modo que se satisfagan las necesidades del presente sin poner en peligro el suministro para las generaciones futuras. Pero encontrar el compromiso entre las actuales necesidades y el respeto por un bien escaso, no es una empresa sencilla.

En la agricultura, principal consumidora de agua, la gestión de los recursos hídricos abarca desde desarrollos para invernaderos, hasta cultivos extensivos de regadío (algodón, maíz) o especies hortofrutícolas. En España, los agricultores tienen serios problemas con la disponibilidad y calidad del agua de riego, cada vez más escasa y contaminada, especialmente en las zonas más meridionales de la Península. Adicionalmente, los problemas de la mala calidad natural de las aguas se acentúan con el aumento de los usos consuntivos del agua. Los vertidos agrarios y urbanos empeoran esta precaria situación.

Un aspecto importante que condiciona esta planificación, es la carencia de información fiable y de estadísticas sistemáticas sobre disponibilidad, demanda, calidad y aprovechamiento del agua. Aunque en España existen una serie de redes y estaciones de medida que suministran información sobre el estado y evolución de las aguas superficiales y subterráneas, los datos recogidos resultan insuficientes de cara a la mejora de la gestión del agua para uso agrario.

La incertidumbre provocada por la falta de información completa, unida a la influencia de numerosos factores externos, hace que la toma de decisiones relativas a la planificación y previsión de futuras demandas presente una especial dificultad.

4.3.1 Políticas nacionales relacionadas con el agua

Cualquier política que busque el buen uso de los recursos hidrológicos en España, pasa por analizar el uso agrario del agua. En este sentido, el [Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2008 \(PNR\)](#), aprobado en el 2001, ha sido concebido para contribuir al desarrollo de una agricultura sostenible, superando por un lado las dificultades que plantea las condiciones físicas, geográficas y climáticas de nuestro país, y por otro considerando el incierto panorama existente en el contexto europeo y mundial. En resumen, el PNR pretende (8):

(8) "Regadíos y Gestión de Recursos Hídricos". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación 2004

1. El ahorro de agua en el regadío español, mediante la racionalización de su consumo y la utilización de tecnologías más adecuadas.
2. La mejora ambiental de las zonas de regadío. Evitando la degradación de los suelos, la desertificación y la sobreexplotación de los acuíferos.
3. Mejoras sociales que eviten el abandono rural y favorezcan el desarrollo sostenible del campo.
4. Mejora de la productividad agraria, buscando la consolidación del sistema agroalimentario español.
5. Coordinación entre distintas administraciones y departamentos, por un lado las políticas de Estado con las Autonómicas, y por otro las políticas agrarias, hidráulicas y medioambientales.
6. Programas de apoyo para el seguimiento de los aspectos económicos, estructurales y medioambientales.

En este marco, el Plan Nacional de Regadíos está desarrollando el Observatorio del Regadío Español, que tiene como principal función dar a conocer a la sociedad cómo se gestiona el regadío en nuestro país, y pretende utilizar Internet como una herramienta para conseguir este fin (9).

Por otro lado, el Ministerio de Medio Ambiente ha puesto en marcha el Programa AGUA (Actuaciones para la Gestión y la Utilización del Agua) que se llevará a cabo en toda España. El programa se basa en cinco conceptos: más calidad, más cantidad, mayor flexibilidad, más ahorro y un desarrollo más sostenible. Pretende desarrollar durante el periodo 2004-2008 un conjunto de nuevas actuaciones dirigidas a la optimización y mejora de la gestión del agua, a la generación de nuevos recursos, a la prevención de inundaciones y a la depuración y reutilización de agua.

4.4 Aplicaciones TIC

4.4.1 Redes de medida y calidad de los recursos hídricos

Ya se ha comentado la existencia de una serie de redes de medida y control, que permiten la obtención de información sobre la cantidad y calidad de nuestros recursos hídricos. La mayoría de ellas están gestionadas por el Ministerio de Medio Ambiente.

- **Redes meteorológicas.** Miden parámetros físicos relacionados con la disponibilidad de agua: precipitaciones, nevadas y evaporaciones. Recogen datos del Instituto Nacional de Meteorología, del Programa de Estudio de los Recursos Hídricos procedentes de la Innivación (ERHIN) o de la Red de Estaciones Evaporimétricas.
- **Redes medidoras de aguas superficiales,** como la Red Oficial de Estaciones de Aforo (ROEA) o el Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH).
- **Redes medidoras de cantidad y calidad de aguas subterráneas,** que miden la calidad de acuíferos y aguas subterráneas a través de la Red Hidrométrica, la Red Piezométrica o la Red de Observación de Calidad de Aguas Subterráneas (ROCAS).

(9) Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

- **Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas (SAICA)**, que realiza labores de control y vigilancia de la calidad de las aguas en España. El Sistema SAICA se apoya principalmente en dos tipos de Redes de Control de la calidad de las aguas la Red ICA (Red Integrada de Calidad del Agua) y la Red Alerta.

4.4.2 Redes de información agroclimática

El objetivo de estas redes es proporcionar información agroclimática fiable y precisa a los agricultores, con el fin de obtener un uso más racional del agua, adecuando la programación de los riegos a las necesidades hídricas reales de los cultivos.

Varias instituciones han puesto en marcha en los últimos años servicios de asesoramiento de riegos para dar información a los regantes sobre datos climáticos, a través de redes de información. Las redes constan de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA) que almacenan información (temperatura, precipitaciones) y la envían vía GSM a un centro de control cuando éste la solicita. El centro de control recibe los datos y los pone a disposición de los agricultores. El conocimiento de esta información permitirá al regante optimizar la frecuencia y cantidad de agua que utiliza para el riego. En la actualidad existen diversas Comunidades Autónomas, que ya disponen de este tipo de redes, a través de un Servicio de Información al Regante (SIAR).

Sin embargo todavía existe lugar para la mejora en lo relativo por un lado a la disponibilidad y fiabilidad de los datos, y por otro a la integración y accesibilidad de la información.

4.4.3 Teledetección

La utilización de la teledetección en hidrología permite, entre otras funciones, realizar estimaciones sobre la evapotranspiración, determinar la humedad de los suelos, evaluar la calidad de las aguas superficiales o localizar aguas subterráneas.

4.4.4 Redes de medida y control de agua de riego

Las redes de medida de disponibilidad y calidad del agua no están orientadas a proporcionar información al agricultor, sino a desarrollar una óptima planificación global de los recursos hídricos.

A la hora de diseñar redes para la medida y control del agua destinado al riego de explotaciones, lo primero es definir los requisitos que deben cumplir las estaciones medidoras, de modo que sean capaces de proporcionar información útil a los agricultores. Estos requisitos incluyen:

- Localización y densidad de los emplazamientos de las estaciones, idealmente una medición a la entrada de la explotación y otra a la salida.
- Definición de los parámetros de calidad que se consideran críticos.

Los sensores y contadores que se encuentran a la entrada y a la salida de la explotación, pueden monitorizar la calidad y la cantidad de agua que entra y sale de cada explotación. Las ventajas derivadas serán:

- Las entidades competentes podrán disponer de una buena estimación del consumo de cada explotación y del grado de contaminación que introducen.
- Los agricultores podrán pagar por volumen de agua consumida pero también por calidad. Además, dispondrán de información útil para los procesos de trazabilidad de los cultivos.

Como complemento a estas redes de información de riego, también sería interesante establecer redes de control biológico en los alrededores de las fincas.

4.4.5 Fertirrigación automática

La búsqueda de la optimización del uso del agua y de los elementos fertilizantes para la obtención de un mayor rendimiento de los cultivos, y protección del medioambiente, ha dado lugar a la implantación de automatismos y sensores que permiten el control y regulación de los procesos de fertirrigación. La fertirrigación consiste en la disolución de fertilizantes en el agua de riego, de modo que durante la irrigación, se realiza también la aplicación de nutrientes.

Los sistemas automáticos de fertirrigación permiten disponer de gran cantidad de información de gran valor. En particular, proporcionan el consumo y la cantidad de nutrientes que se añaden al cultivo. Esta información queda registrada y almacenada en bases de datos, permitiendo su disponibilidad en cualquier momento. Permite por tanto mejorar el conocimiento de las necesidades del cultivo, favorecer el control de la contaminación de aguas y suelos, optimizar la gestión de las condiciones de cultivo, mejorando la planificación y operatividad de las explotaciones.

La fertirrigación automática ya se está utilizando en invernaderos, donde resulta más sencillo llevar un control de los requerimientos hídricos de las plantas. Adicionalmente, en la agricultura intensiva también se está probando este método de riego, con el fin de optimizar el uso de los fertilizantes de cara a la reducción de costes de cultivo, y a la minimización del problema acuciante de la escasez de agua.

4.4.6 Control de las condiciones de producción en invernaderos

Los invernaderos son instalaciones agrícolas especialmente apropiadas para la monitorización de diversos parámetros: control de inputs, balance energético, climatología, fertirrigación y producción, entre otras.

El control de las condiciones del cultivo implica una continua monitorización y control de variables tales como la humedad, la temperatura o la composición del aire, con el fin de modificarlas según requerimientos del cultivo o del mercado. Un sistema de información recoge los datos procedentes de los sensores, y basándose en sistemas de soporte a la decisión, lanza órdenes a los equipos (apertura/cierre progresivo de las ventanas para bajar la temperatura, la

activación de nebulizadores para aumentar la humedad, generación de anhídrido carbónico o generación de corrientes que favorezcan la polinización.

Por tanto, es posible conseguir un elevado nivel de automatización en los invernaderos mediante el control climático, la fertirrigación automática y el control de las condiciones de producción.

4.4.7 Energía solar fotovoltaica

La Energía Solar Fotovoltaica (ESFV) puede contribuir en gran medida a solucionar los problemas de electricidad existentes en determinadas zonas rurales. Entre sus posibles aplicaciones como suministradora de electricidad en la agricultura encontramos:

- Actividades agrícolas: sistemas de bombeos directos, riego automático por goteo o control de plagas.
- Actividades complementarias: refrigeración para conservación de la cosecha.

Actualmente donde parece tener más utilidad es en la irrigación. La combinación de la energía solar con los nuevos métodos de riego supone un considerable ahorro energético y mejora de la producción. El riego por goteo requiere poca energía para su activación pero elevada frecuencia, por lo que un sistema fotovoltaico se adapta a la perfección a estos requisitos.

Otras aplicaciones que todavía deben analizarse, son el control de plagas mediante una potente iluminación o la refrigeración de la cosecha una vez recogida.

4.5 Tecnologías involucradas

4.5.1 Dispositivos medidores de la cantidad y calidad del agua

La medida del caudal en conducciones se realiza en tiempo real a través de aforadores o caudalímetros. Existen varios tipos, como los electromagnéticos y los ultrasónicos.

Las medidas relacionadas con la calidad del agua se realizan fundamentalmente mediante técnicas de potenciometría y espectrofotometría.

4.5.2 Detección remota o teledetección

La teledetección permite recoger información sobre la superficie de la tierra y océanos, a través de la observación remota. En el caso de la observación de los recursos hídricos, se utiliza la fotografía multispectral, que facilita la detección de focos contaminantes, al mismo tiempo que permiten realizar estudios sobre la calidad de las aguas o el uso de los regadíos, todo ello en tiempo real.

Otra técnica de teledetección implica la utilización de radares de alta frecuencia, que abarcan amplias áreas y permiten estudiar el flujo de las corrientes y su variabilidad.

4.5.3 Redes de comunicación

Las redes de comunicación permiten transmitir los datos medidos por los sensores, relativos al caudal y a la calidad del agua, hasta un lugar donde sea posible su procesamiento. De esta forma según entra el agua de riego en una explotación, se dispone de información precisa en tiempo real, de la cantidad y de la calidad. Análogamente, según el agua sobrante del riego abandona la explotación, también se conocerá su cantidad y calidad.

4.5.4 Sistemas de información

La enorme disponibilidad de datos procedentes de estaciones meteorológicas, sensores y sistemas de detección remota, hace necesaria la presencia de herramientas informáticas que sean capaces de almacenar y gestionar los datos transmitidos por los sensores. En particular, los Sistemas de Información Geográfica (GIS) brindan una inigualable posibilidad para integrar todos estos datos en un único mapa, organizado por capas o niveles.

Otra herramienta informática de gran utilidad son los sistemas de soporte a la decisión. El software facilitará una mejor gestión de los recursos hídricos que derivará en una disminución del consumo de agua, con el consiguiente ahorro de costes para los agricultores.

4.6 Beneficios y barreras de las TIC en la gestión de los recursos hídricos

Existe un gran interés por controlar la cantidad y la calidad del agua tanto por parte de los agricultores (para regar con aguas de buena calidad) como de las administraciones (para controlar los consumos y las contaminaciones introducidas por los agricultores). Por tanto, es preciso elaborar y poner en marcha, además de los existentes, nuevos sistemas de monitorización y seguimiento de los recursos hídricos, con una definición previa de indicadores, parámetros, límites de tolerancia, frecuencia y puntos de muestreo.

La existencia de un sistema integrado de gestión de agua de riego, que sea capaz de medir volúmenes y calidades en tiempo real, es una idea inconcebible sin las nuevas tecnologías de la información y de las comunicaciones. Los actuales sensores y redes de comunicaciones son los elementos que posibilitarán la toma instantánea de datos para su integración en una red de información sobre el agua de riego.

Los beneficios y las barreras que se derivan de la introducción de las TIC en la gestión del agua de riego se presentan a continuación.

- **Beneficios**
 - Las TIC posibilitan la integración de gran cantidad de información dispersa geográficamente.
 - Las TIC facilitan la realización de controles medioambientales.
 - Las redes de comunicación favorecerán la difusión y el acceso a la información recogida, en cualquier momento y desde cualquier lugar.

- El empleo de las TIC para la medida de la calidad de agua proporciona información útil de entrada a un sistema de trazabilidad agrícola.

- **Barreras**

- El escepticismo de las comunidades de regantes frente a las nuevas tecnologías.
- Reticencia a inversiones donde la mejora no es obvia. Los agricultores pueden no percibir el ahorro de costes relativo a la optimización de los riegos, ni la mejora que aporta al cultivo el hecho de controlar la calidad del agua aplicada.

5. Robótica aplicada a los procesos productivos

5.1 Introducción

El elemento que mejor ha venido caracterizando a lo largo del tiempo el grado de mecanización en la agricultura, es el tractor. El tractor seguirá siendo la base de la mecanización agraria, proporcionando el soporte necesario para el accionamiento de las diferentes máquinas. Con él se realizan labores de labranza, tratamientos fitosanitarios, recolecciones, transporte del producto dentro de la explotación y en menor grado el transporte del producto al centro de comercialización.

En España, la creciente mecanización agrícola se demuestra en las mejoras en el equipamiento de tractores y cosechadoras, detectándose un grado de especialización cada vez mayor, como demuestran las cosechadoras de uva y de forraje, de remolacha, de hortalizas, las plataformas para frutales o los vibradores autopropulsados para la recolección de aceitunas.

La **agricultura bajo invernadero** representa un caso particular, ya que se ha venido caracterizando por ser una agricultura de alta demanda de mano de obra y bajo nivel de mecanización, debido a las condiciones especiales que conlleva el trabajo en su interior. Sin embargo, la incorporación de la tecnología a los invernaderos ha avanzado mucho en los últimos años: sistemas de riego, controladores de clima, equipos de fertirrigación, equipos de planificación y gestión de invernaderos...

Con relación a la automatización de las actividades productivas encontramos:

- **Recogida y procesado automático de datos.** Es el caso de la agricultura de precisión, ya analizada en la sección 3. Por tanto en el presente apartado únicamente se expondrá el caso especial de los invernaderos. La incorporación de las nuevas tecnologías tales como sistemas electrónicos, controladores, actuadores y bases de datos, está optimizando cada día más la gestión de los invernaderos.
- **Robótica aplicada a las labores.** En aquellas tareas donde se trata de realizar labores simples y repetitivas, la introducción de robots parece viable.

5.2 Aplicaciones TIC

5.2.1 Recogida y procesado automático de datos en invernaderos

Ya se ha comentado que en la agricultura los gastos en mano de obra suponen siempre una partida importante, especialmente en los invernaderos, donde se necesita más mano de obra por superficie de cultivo, llegando a alcanzar en ocasiones, la mitad de los gastos de producción. Este hecho, unido a la falta de especialización de dicha mano de obra, supone uno de los puntos críticos del sistema y cabe suponer que cualquier acción orientada a mejorar esta situación resultará bienvenida.

Actualmente existen sistemas electrónicos que son capaces de gestionar el personal, registrar las tareas realizadas, las anomalías o calcular la producción. Este tipo de equipos están constituidos por pequeños terminales portátiles donde los operarios introducen información que se envía a un ordenador central que la gestiona en tiempo real. El responsable puede controlar los procesos, asignar tareas y lanzar las órdenes a los operarios, logrando una optimización en la organización de la producción y la recolección.

Estos sistemas están empezando a introducirse en España, sobre todo en la zona de Levante, pero ya son muy conocidos y utilizados en otros países como Holanda, Bélgica o Gran Bretaña, donde la gestión agrícola es muy similar a la del sector industrial.

5.2.2 Robótica aplicada a las labores culturales

En el sector agrícola existen varias posibilidades de automatización:

- **Siembra automática.** La siembra de los diversos tipos de cultivos existentes posee distintas necesidades que deben ser satisfechas por las máquinas sembradoras. Sin embargo, para un mismo tipo de cultivo, la siembra es un proceso sencillo y repetitivo, que parece que una máquina podría realizar de forma automática.
- **Recolección automática.** Los sistemas de recogida mecanizada de **granos y semillas** son una opción que se viene usando ya con gran éxito, desde hace cierto tiempo.

La recolección mecanizada de **frutas y hortalizas** ha sido objeto de estudio durante los últimos años. Apparently el problema tecnológico está resuelto: un sistema de visión artificial detecta la fruta u hortaliza y es capaz de dirigir el brazo de un robot hacia ella, arrancando éste la fruta.

Sin embargo, la visión artificial presenta dificultades a la hora de detectar la fruta oculta, debido a la variabilidad de la luz y a la frondosidad de las hojas. Respecto al brazo del robot, se piensa en una combinación de succión con giro simultáneo, para arrancar la fruta con facilidad, sin daño para el árbol y sin que sea necesaria una posición exacta del brazo de recogida.

Como alternativa parecen más cercanos los sistemas de recogida auxiliar, como los vibradores o las cintas transportadoras, que tratan de facilitar la tarea al trabajador que está en el campo llevando a cabo la recolección.

Por último, gracias a los nuevos avances en las "narices electrónicas" aplicadas para la detección de la madurez por olor, están apareciendo soluciones muy interesantes.

- **Realización automática de injertos.** Los injertos son operaciones que requieren destreza y habilidad manual, tienen un alto riesgo de propagar enfermedades muy graves (bacteriosis) y que se aplican a un número cada vez mayor de especies hortofrutícolas. Debido a su carácter repetitivo, podría pensarse en un brazo de robot que fuera capaz de efectuar dicha acción.
- **Manipulación en invernaderos.** Los invernaderos más sofisticados utilizan una serie de máquinas, más propias de las industrias que del campo, como son las traspaleas y las carretillas elevadoras, que permiten un transporte rápido y cómodo de macetas y contenedores. Esto es posible en aquellos invernaderos dotados de pasillos y almacenes acondicionados para el movimiento de estos equipos.
- **Clasificación de frutos.** En algunas explotaciones, se realiza en la propia explotación una primera clasificación de los frutos recogidos, aunque lo usual es llevar los frutos sin clasificar a las centrales de manipulación.

En el proceso de clasificación de los frutos se emplean pequeñas máquinas calibradoras o de clasificación que son capaces de separar los frutos en función de su tamaño, lo que permite la venta directa desde la explotación. Esto posibilita el aumento del precio del producto y evita su manipulación por parte de intermediarios.

Este tipo de máquinas tienen gran utilidad, pero no son comparables con los grandes equipos que existen en los centros de manipulación, que lavan el producto, lo clasifican por calibre, peso y color, y lo empaquetan incluso plastificado, con una capacidad de trabajo elevadísima.

5.3 Beneficios y barreras de la robotización en la agricultura

La introducción de robots que realicen las labores culturales en el campo está cada vez más cerca. Actualmente, estas labores requieren mucho tiempo, y en ocasiones no hay mano de obra suficiente para llevarlo a cabo. Esta escasez de mano de obra provoca la externalización de muchos de los trabajos, padeciéndose en momentos clave, tales como la plantación y la recolección una escasez cada vez mayor.

A continuación detallamos los principales beneficios que supondrá la adopción de los robots para realizar tareas en el campo, así como las barreras que se encontrarán.

• Beneficios

- La implantación de procesos automáticos durante la siembra, recolección o aplicación de insumos redundará en un aumento en la eficiencia al reducir de forma considerable el tiempo que se emplea en realizar dichas tareas.
- La robotización de las operaciones podrá aliviar el problema existente con la escasez de mano de obra en el sector.
- La robótica aplicada a la agricultura beneficia la concepción de sistemas de calidad y trazabilidad.

- **Barreras**

- Las soluciones tecnológicas existentes varían en función del tipo de cultivo al que se apliquen.
- No se ha demostrado que la tecnología esté lo suficientemente preparada. En ocasiones el tanto por ciento de éxito en la aplicación de robots al campo, no resulta lo suficientemente elevado para justificar la inversión.
- La inversión que supone la adquisición de la maquinaria automática puede no resultar rentable para pequeñas explotaciones.

6. Comercio electrónico

6.1 Introducción

Las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones, y en particular Internet, ofrecen grandes potencialidades para mejorar las relaciones entre todos los agentes de la cadena de valor agroalimentaria, es decir, desde el proveedor de inputs y la producción primaria, hasta que el producto llega al consumidor. El objetivo es conseguir una integración de toda la cadena de valor, de modo que se pueda conocer la situación existente en cada momento y la previsión de futuro para cada eslabón.

El mercado agrícola es grande, fragmentado y se encuentra geográficamente muy disperso. El comercio electrónico puede ofrecer soluciones mediante la integración de los agentes individuales para mejorar la estructura organizativa de las empresas.

6.2 Comercio electrónico: definición y características

El comercio electrónico se refiere a cualquier forma de transacción de bienes o servicios, o intercambio de información comercial, a través de redes de comunicación, como Internet. Por tanto, no solamente incluye la compra y venta de información, bienes y servicios, sino también el uso de la red para actividades complementarias tales como: búsqueda de información comercial (productos, proveedores), desarrollo de negociaciones comprador-vendedor, relaciones entre empresas o dentro de la misma empresa, publicidad, atención al cliente...

Para una empresa, los mercados electrónicos suponen promoción y les permiten difundir información sin prácticamente coste marginal alguno, es decir, no supone coste diferencial el hecho de que un producto en Internet lo vea un sólo cliente o lo vean miles de clientes, porque no hay que pagar un soporte físico -el papel- para suministrar la información, sino que está al alcance de todos los consumidores interesados en comprarla.

En función de los agentes participantes en la relación comercial, existen dos tipos básicos de comercio electrónico.

- **B2B (*Business To Business*)**. Consiste en el intercambio de información entre empresas, con el objetivo de buscar clientes o proveedores y mejorar la eficiencia en los procesos, aumentando la coordinación entre los distintos eslabones de la cadena de producción. Esta funcionalidad del comercio electrónico, es la más ampliamente utilizada en la cadena agroalimentaria.
- **B2C (*Business To Consumer*)**. Se realiza entre una empresa y el consumidor final. El proveedor expone los productos para que los clientes puedan realizar sus compras a través de Internet. Se trata básicamente de la traslación del comercio minorista a Internet. En el sector agrícola, aunque esta posibilidad existe, sobre todo para productos muy especializados, no parece actualmente muy viable, ya que el productor está muy alejado del consumidor. El paso lógico está en empezar por el B2B para luego emplear el B2C.

6.3 Beneficios sobre los actores de la cadena

La clave del comercio electrónico consiste en que aprovecha la característica más importante que aporta Internet: la colaboración entre agentes dispersos geográficamente. Internet no sólo favorece la automatización de procesos o la reducción de costes y distancias, sino que posibilita una óptima coordinación entre agentes. En particular, se observan los siguientes beneficios.

- Los **proveedores de insumos** pueden interactuar de modo coordinado con los agricultores. Los pedidos pueden realizarse a través de Internet, pudiendo consultar las características de cada producto y sus precios.
- A los **agricultores** les incorpora a la sociedad de la información. El acceso de los agricultores a información sobre el sector agrario, ampliará su conocimiento sobre el comportamiento de los cultivos, lo que conllevará una mejora de la rentabilidad y competitividad de sus actividades.
- En las **cooperativas** se mejora la comunicación con agricultores y distribuidoras, de modo que les permite coordinar mejor oferta y demanda. Además, es posible asociar agricultores de áreas geográficamente dispersas.
- Las **distribuidoras** obtienen un mejor control de la logística y el transporte. Su integración en la cadena de valor a través del comercio electrónico, permitirá una mejor planificación del transporte, tanto de insumos como de productos finales, ya que recibirán avisos en tiempo real.

6.4 Aplicaciones TIC

- **Correo electrónico**. Representa un modo sencillo y económico de comunicarse con los demás actores de la cadena.
- **Portal web**. Un portal accesible vía Internet proporciona interactividad y facilita la creación de una comunidad virtual de agricultores que permite, entre otras cosas, intercambiar conocimientos, experiencias y opiniones, comercializar productos en origen, difundir información sobre seguridad alimentaria, normativas, certificaciones, legislación o nuevas técnicas de producción agrícola.

El portal, además, puede contar con un sistema de información de mercados en tiempo real, con información de precios, calidades, cantidades, descripción de mercaderías, etc., que facilitaría a los productores la planificación de la producción, elección de mercados y ofertas en condiciones competitivas, incluso en los mercados internacionales. Asimismo, podría incorporar un sistema de pronóstico de la producción, altamente confiable, que permitiera optimizar las políticas comerciales y de marketing.

- **Subastas y mercados de intercambio**, donde los agricultores ofrecen sus productos según distintos modelos de intercambio.

6.5 Tecnologías involucradas

El comercio electrónico será efectivo en el sector agrícola cuando todos los agentes de la cadena de valor estén informatizados y conectados a Internet, lo que permitirá acceder y beneficiarse de la información disponible, y generar un marco común de transferencia de mensajes electrónicos.

Existen dos herramientas básicas para el acceso al comercio electrónico: Internet y el intercambio electrónico de datos.

6.5.1 Internet

Internet es el gran soporte que permite alojar grandes cantidades de información y ofrecer gran variedad de recursos de información de gran interés para todos los actores implicados en la cadena de valor.

Ya hemos visto algunos de los servicios vinculados a Internet, como son el correo electrónico, portales web, foros y grupos de discusión, etc., servicios que permiten tanto la comunicación con los agentes, como con cualquier persona que esté conectada.

6.5.2 Intercambio Electrónico de Datos

Para que los actores de la cadena puedan beneficiarse de las ventajas del comercio electrónico, resulta imprescindible que todas las empresas de la cadena de valor utilicen el mismo formato de mensaje para poder intercambiar la información a través de Internet. Para este tipo de mensajes, existen lenguajes estándar como el XML o el EDI (ya descritos en la sección 2, sobre Trazabilidad Agrícola).

6.6 Beneficios y barreras del comercio electrónico

Con el comercio electrónico surge un nuevo modelo de negocio, donde los mercados virtuales son los intermediarios que ponen en contacto la oferta con la demanda a través de Internet. Dichos mercados aúnan toda la información en un mismo lugar, haciéndola accesible a todos los actores, agilizando las relaciones entre agentes y reduciendo significativamente los costes asociados con la compraventa de bienes y servicios.

El comercio electrónico también favorece el desarrollo de una serie de servicios adicionales de gran importancia para las empresas, como actividades logísticas, gestión de almacenes, aprovisionamiento, transporte o gestión y planificación de procesos y de recursos humanos.

Los beneficios y barreras de la implantación del comercio electrónico frente al comercio tradicional se presentan a continuación.

- **Beneficios**

- El comercio electrónico reduce costes. Proporciona una mayor eficiencia en la gestión de los sistemas de aprovisionamiento y distribución. Las órdenes se generan automáticamente, por lo que el sistema pasa a ser independiente.
- Las TIC permiten aunar toda la información en un mismo lugar, brindando acceso a la misma en cualquier momento y desde cualquier lugar.
- Las TIC facilitan la fluidez, rapidez y coordinación en las relaciones cliente-proveedor, favoreciendo la integración de la cadena de valor. Disminuye el papeleo y el tiempo de solicitud y entrega de productos.
- Ofrece la posibilidad de aumentar la cuota de mercado, al ampliarse el público objetivo.
- Favorece la diversificación económica del medio rural (comercialización de productos autóctonos, difusión de información local, etc.) gracias al desarrollo de nuevas formas de comunicación entre los diferentes agentes socioeconómicos de la cadena de producción.
- El sector agrícola ha demostrado una gran capacidad exportadora y habilidad en la gestión de la logística, que podría verse optimizada con el uso de las TIC.

- **Barreras**

- Falta de confianza en la seguridad a la hora de realizar las transacciones.
- Desconfianza de los usuarios debido a la carencia de información detallada y precisa sobre la utilización, implicaciones y beneficios del comercio electrónico.
- Carencia de infraestructuras para favorecer la accesibilidad a esta tecnología a través de Internet.
- En el mercado agroalimentario no sólo es importante ver un producto, sino también olerlo o probarlo, con el fin de comprobar la calidad del bien adquirido. Asimismo, el contacto personal en las relaciones comerciales es de gran importancia. Resulta muy difícil satisfacer ambas necesidades a través de Internet, lo que provoca ciertas reticencias.
- Fuerte resistencia a los cambios existente en el sector.

7. Conclusiones

A lo largo del estudio se ha podido ver que, en el contexto de la agricultura, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones involucran el uso de sensores, información digitalizada y sistemas de información, que recogen, almacenan, procesan y utilizan la información derivada, con el fin de reducir el riesgo y mejorar la eficiencia de las decisiones, a la vez que facilitan la implementación y evaluación de las estrategias de gestión del negocio. En la Era de la Información la disponibilidad de información fiable y oportuna sobre un cultivo, un producto o un proceso, ha de considerarse un insumo más que es necesario gestionar. En este sentido, las TIC se presentan como una herramienta imprescindible para favorecer la difusión de toda esa información.

Por otro lado, los avances y desarrollos tecnológicos en el mundo de las telecomunicaciones, ofrecen amplias y permanentes oportunidades para la mejora de la calidad y efectividad de las producciones agrícolas. Las telecomunicaciones pueden cambiar el modo de realizar las tareas de campo, simplificándolas, haciéndolas más rápidas, economizando recursos y elaborando rápidamente toda la información necesaria para poder diseñar estrategias destinadas a optimizar los beneficios que la actividad produce, adecuándose a las exigencias y al modo de trabajo imperantes en el siglo XXI.

El empleo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la agricultura favorece el desarrollo rural de aquellas poblaciones más aisladas, acercándolas a la Sociedad de la Información y evitando su despoblación.

Sin embargo, para poder disfrutar de los beneficios que la utilización de las TIC proporcionan, es necesario superar previamente una serie de barreras. La inmensa mayoría del personal agrícola, aunque posee un buen nivel de conocimientos y habilidades vinculadas a las prácticas agrícolas adecuadas, no tiene formación suficiente para asimilar las nuevas tecnologías que continuamente aparecen, tales como nuevos sistemas de riego y fertilización, nuevos sistemas productivos (producción integrada o ecológica) o herramientas informáticas aplicadas a la gestión de las explotaciones, actividades que les son totalmente ajenas debido a su aislamiento. Unida a esta carencia de formación, los agricultores poseen una falta de información, en relación a las potenciales ventajas que las tecnologías pueden aportar a sus explotaciones.

Además, existe una insuficiencia de infraestructuras desplegadas que soporten el acceso a Internet. Es necesario el despliegue de una red de comunicaciones de banda ancha, que permita al agricultor acceder a Internet de forma rápida y desde cualquier lugar. Por tanto se requiere el despliegue de una infraestructura combinada fija e inalámbrica.

Los dispositivos móviles deben diseñarse con interfaces claras y sencillas, adaptadas a los agricultores y a las características de trabajo de las zonas rurales, para que sean fácilmente accesibles para los agricultores. El manejo de estos dispositivos no debe suponer una barrera.

Por último, es importante considerar que con el fin de aprender de otras experiencias y compartir técnicas y métodos respetuosos con el medioambiente, deberá buscarse la cooperación internacional. Es necesario realizar un esfuerzo para armonizar el modelo agrícola con el desarrollo social sostenible y las exigencias socioeconómicas de la población.

8. Glosario de acrónimos

AP	Agricultura de Precisión
ARCPP	Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos
B2B	Business To Business
B2C	Business To Consumer
BPA	Buenas Prácticas Agrícolas
DGPS	Diferencial GPS
EAN	European Article Numbering
EAN-UCC	EAN Uniform Code Council
EDI	Electronic Data Interchange
EPC	Electronic Product Code
ERHIN	Programa de Estudio de los Recursos Hídricos procedentes de la Innivación.
ESFV	Energía Solar Fotovoltaica
GAP	Good Agricultural Practices (ver BPA)
GIS	Geographic Information System (ver SIG)
GPS	Global Positioning System
MMA	Ministerio de Medio Ambiente
PAC	Política Agrícola Común
PNR	Plan Nacional de Regadíos
Red ICA	Red Integrada de Calidad del Agua
RFID	Radiofrequency Identification
ROCAS	Red de Observación de Calidad de Aguas Subterráneas
ROEA	Red Oficial de Estaciones de Aforo.
SAICA	Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas
SAIH	Sistema Automático de Información Hidrológica
SE	Sistema Experto
SIAR	Servicio de Información al Regante
SIG	Sistema de Información Geográfica
SIGPAC	SIG Parcelas Agrícolas
SSD	Sistema de Soporte a la Decisión
TA	Trazabilidad agrícola
TIC	Tecnología de la Información y de las Comunicaciones
UE	Unión Europea
WLAN	Wireless Local Area Network
XML	eXtensible Mark-Up Language

9. Referencias

1. Abellán, J. (2003). *Integración de la Agricultura en la Sociedad de la Información*. Revista agropecuaria: Agricultura. Edición junio de 2003.
2. Álvarez, J. (2004). *El campo y la seguridad alimentaria*. Cuadernos: La tierra.
3. Ambientum (2004). *Control y Vigilancia de la calidad de las aguas continentales*. Revista Ambientum. Edición Abril 2004.
4. Baamonde, E. (2004). *Las cooperativas agrarias*. Revista agropecuaria: Agricultura. Edición mayo de 2004.
5. Bongiovanni, R. (2004). *Rentabilidad de la Agricultura de Precisión*. INTA, Agricultura de Precisión, Argentina.
6. Brañas, J. (2004). *Automatización de la fertirrigación*. Agroinformación.com. <<http://www.agroinformacion.com/>>, [septiembre de 2004].
7. Briz, J. (2003). *Internet, Trazabilidad y Seguridad Alimentaria*.
8. CE (2004). *FoodTrace Cocerted Action Programme. Generic Framework for Traceability*. Comisión Europea.
9. CIEC (2004). *Implementing Traceability in the Food Supply Chain. The Food Business Forum*. Marzo 2004.
10. Corteza del Rey, V. (2003). *Nuevas Tecnologías y Desarrollo Rural*. Revista agropecuaria: Agricultura. Edición junio de 2003.
11. De Haro, J., Gavilán, P., Fernández-Gómez, R., Berenjena J. (2003). *Información climática para programación de riegos: la Red de Información Agroclimática de Andalucía*. II Congreso Nacional de Agroingeniería.
12. Del Campo, A. (2004). *El Regadío Español y su Futuro*. Revista agropecuaria: Agricultura. Edición mayo de 2004.
13. E-Campo (2004). *La Agricultura de precisión en la cosecha*. E-campo.com. <<http://www.e-campo.com/>>, [mayo de 2004]
14. ECR (2004). *Using Traceability in the Supply Chain to meet Consumer Safety Expectations*. ECR (Efficient Consumer Response).
15. FAO (1997). *Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos*.
16. FAO (2000). *Energía Solar Fotovoltaica para la Agricultura y Desarrollo Rural Sostenibles*.

17. FAO (2002). *Agricultura Mundial: Hacia los años 2015/2030*.
18. FSA (2002). *Traceability in the Food Chain. A preliminary study*. Food Standard Agency. Food Chain Strategy Division. Reino Unido.
19. García Álvarez-Coque, J.M. (2002). *La Agricultura mediterránea en el siglo XXI*. Colección de estudios socioeconómicos. Instituto Cajamar. 2002.
20. Infoagro (2002). *Comercio Electrónico entre empresas en el sector agroalimentario*. Infoagro.com. <<http://www.infoagro.com>>, [septiembre de 2004].
21. Laso I., Iglesias, M. (2003). *Internet y la comercialización colaborativa agroalimentaria*. Revista agropecuaria: Agricultura. Edición junio de 2003.
22. Laso, I., Gasos, J. (2003). *La UE, las nuevas tecnologías y el desarrollo rural*. Revista agropecuaria: Agricultura. Edición junio de 2003.
23. MAPA (2002). *Libro Blanco de la Agricultura y el Desarrollo Rural*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2002.
24. MAPA (2004). *Regadíos y Gestión de Recursos Hídricos*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
25. Márquez, L. (2004). *La Mecanización que viene. Posible evolución de las máquinas más significativas*. Artículo publicado en la Revista Agricultura. Edición mayo de 2004.
26. Melián, M.A., Ferrandez-Villena, M., García, T., Cámara, J.M. (2003). *Planificación y gestión del agua en la agricultura*. II Congreso Nacional de Agroingeniería. Septiembre de 2003.
27. MMA (1998) *Libro Blanco del Agua en España*. Documento de Síntesis. Madrid, Diciembre de 1998. <http://www.mma.es/rec_hid/libro_b/sintesis.pdf>, [junio de 2004].
28. Naredo, J.M., *El agua en España: disponibilidades y problemas*. <<http://www.us.es/ciberico/ciphn/pdf/naredo.pdf>>, [junio de 2004].
29. Pino Gracia, A. (2001). *Tendencias Tecnológicas en el Sector Agroalimentario*. AINIA. Revista de Economía Industrial.
30. TECSIDEL (2004). *Una solución para el Cumplimiento Legal*. Seminario sobre Trazabilidad de Alimentos. Alimentaria 2004. Barcelona.
31. TNAU (2002). *Expert Systems in Agriculture*. Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore. India. Mayo de 2002.
32. UE (2004). *Hacia una agricultura más sostenible*. Unión Europea. <http://europa.eu.int/comm/agriculture/foodqual/sustain_es.htm>, [septiembre de 2004].

33. USDA (2004). *Traceability in the U.S. Food Supply: Economic Theory and Industry Studies*. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Marzo de 2004.
34. Valera, D.L., Molina, F.D. y Álvarez, A.J. (2004). *Mecanización. Labores culturales en invernadero*. Revista Terralia. Edición marzo de 2004.
35. Valero, C. (2004). *Situación actual de la agricultura de precisión en España*. Revista Vida Rural. Edición julio de 2004.
36. Vida Rural (2004). *Agricultura, mundo rural y sociedad de la información*. Revista Vida Rural. Edición Julio 2004.
37. Wilson P. (2000). *An overview of developments and prospects for e-commerce in the agricultural sector*. Comisión Europea.

Referencias en internet

1. Consulta Página Web de Infoagro.com. Último acceso julio de 2004.
<<http://www.infoagro.com>>, [julio de 2004].
2. Consulta Página Web de Agricultura de Precisión. INTA – Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias.
<<http://www.agriculturadeprecision.org>>, [mayo de 2004].
3. Consulta Página Web de Mercamadrid.
<<http://www.mercamadrid.es/es/empresas/frutas01.html>>, [septiembre de 2004].
4. Consulta Página Web del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
<<http://www.mapya.es>>, [noviembre de 2004].
5. Consulta Página Web del Programa Agua. Ministerio de Medio Ambiente.
<<http://www.mma.es/agua/entrada.htm>>, [julio de 2004].
6. Consulta Página Web Hispagua: Sistema Español de información sobre el Agua.
<<http://hispagua.cedex.es>>, [septiembre de 2004].
7. Consulta Página Web Revista Ambientum.
<<http://www.ambientum.com/revista>>, [junio de 2004].

Capítulo 4

Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en las Prácticas Logísticas

Resumen Ejecutivo (148)

1. Introducción a la actividad Logística (150)
 - 1.1. ¿Qué es la logística? (150)
 - 1.2. Operaciones de la cadena logística (151)
 - 1.3. Importancia del sector logístico. Análisis económico. (152)
 - 1.4. Tendencias organizativas en el sector (155)

2. Las tecnologías de la Información
y las Comunicaciones en la logística (156)
 - 2.1. Introducción (156)
 - 2.2. Selección de áreas de interés (156)

3. Soluciones TIC para la mejora en la gestión de stocks (157)
 - 3.1. Procesos de almacén y los sistemas de gestión de almacenes (157)
 - 3.2. La recepción de mercancías (160)
 - 3.3. La ubicación de mercancías, el picking y el empaquetado (160)
 - 3.4. Control de inventarios (161)

4. Soluciones TIC para mejorar el transporte y la distribución (164)

4.1. La problemática del transporte y la distribución (164)

4.2. La contribución de las TIC al transporte logístico: SGF (165)

4.3. La contribución de las TIC a la mejora de los procesos de distribución: aplicación al cross-docking (166)

5. Descripción de las tecnologías necesarias para implementar las soluciones referidas (169)

5.1. Redes de comunicación (169)

5.2. Tecnologías de intercambio de información (170)

5.3. Tecnologías de Identificación Automática y Captura de Datos (172)

6. Conclusiones (175)

7. Referencias (176)

Resumen ejecutivo

El siguiente capítulo es el resultado del trabajo realizado, durante el transcurso del año 2004, sobre el estado del arte de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en las Prácticas Logísticas en España.

El objetivo principal del estudio es ofrecer una panorámica de la situación actual y de las principales tendencias en las actividades logísticas de las empresas, a nivel europeo y nacional. El capítulo se centra especialmente en el papel representado por los operadores logísticos que, según se ha detectado, tienen una importancia creciente en la actividad logística.

En la elaboración del capítulo se ha considerado la logística como *"el proceso de planeamiento, implementación y control eficiente a unos costes razonables del flujo y almacenamiento de materias primas, inventarios de productos en elaboración, de productos terminados y toda la información relacionada con estos productos comprendida entre el punto origen y el punto de consumo final, con el fin de lograr la satisfacción de los requerimientos del cliente." O más sencillamente como "el arte de asegurar que los productos deseados lleguen al lugar correcto, en el momento y cantidad prometidos satisfaciendo así el nivel de servicio exigido por el cliente al menor coste posible."* (1)

De la definición anterior, se puede deducir que el sector logístico comprende una gran cantidad de actividades industriales. Involucra, además, a un elevado número de agentes, lo que confirma la complejidad y heterogeneidad de un sector sometido a procesos constantes de evolución, y necesitado de la innovación y la tecnología para adaptarse a la demanda del mercado.

Para la realización de este capítulo se ha recopilado y analizado la información estadística disponible (tanto estadísticas generales del sector como específicas de diferentes actividades logísticas), completando y contrastando el análisis con datos procedentes de estudios, revistas especializadas y otra documentación existente referente a la logística, así como con información cualitativa facilitada por agentes implicados en esta actividad.

El capítulo está estructurado en varias secciones. La primera contiene una introducción al sector logístico, que trata de proporcionar al lector una visión general acerca del significado del término logística, de su origen y evolución a lo largo de la historia. Se presentan, también en este punto, las actividades que comprende la logística dentro de la cadena

(1) Fuente: E&Y (2002): *Transacciones europeas de logística 2002*. Ernest & Young.

de producción, y se ahonda en el papel de los agentes involucrados en el proceso. A continuación, se analizan aspectos económicos relacionados con la actividad logística. Se presta especial interés a la situación de los operadores logísticos en España, mediante algunos datos que posteriormente se utilizan para enunciar las tendencias actuales del sector.

En la segunda sección del estudio, se comentan algunas áreas de actividad en las cuales las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) se intuyen potenciales y significativos elementos de mejora.

Esta segunda parte sirve de introducción al tema principal del capítulo, las tecnologías de la información y las comunicaciones como fuente de soluciones a las necesidades logísticas de las empresas. Se realizan en la tercera sección una serie de propuestas que permitirían mejorar la eficiencia de diferentes actividades logísticas mediante la aplicación de las TIC. Principalmente, se analizan soluciones para la mejora de los procesos de gestión de stocks, y de los procesos de transporte y distribución.

A título de ejemplo, dentro de las soluciones de mejora de los procesos de gestión de stocks, se estudia la importancia de la implantación de un sistema de gestión de almacenes (SGA) para incrementar la eficiencia en recepción y ubicación de mercancías, selección y empaquetado, entrega de productos y control automático de inventarios.

En el segundo grupo de soluciones, que engloba las medidas de actuación propuestas para mejorar la rapidez y optimizar los recursos en los procesos de transporte y distribución de mercancías, se da una especial relevancia al cross-docking (método de distribución) y a la implantación de los Sistemas de Gestión de Flotas (SGF).

Después de las propuestas de actuación, en la sección quinta se describen sintéticamente las diferentes tecnologías que se pueden utilizar en la implementación de las soluciones comentadas, haciendo hincapié en el Intercambio Electrónico de Datos (EDI) y la Identificación automática por Radiofrecuencia (RFID).

El capítulo finaliza con un breve repaso de los principales problemas y barreras organizativas y tecnológicas a los que se pueden enfrentar las empresas que consideren la implementación de alguna de estas mejoras tecnológicas.

1 Introducción a la actividad Logística

1.1 ¿Qué es la logística?

El término "logística" es un concepto complejo y difícil de definir, pues abarca un conjunto importante de procesos indispensables para el desarrollo de cualquier actividad económica. Desde el sector del transporte, hasta la distribución de electricidad, pasando por los sectores de automoción y componentes, agroalimentación o construcción, son muchas las actividades industriales que precisan apoyo logístico. En realidad, no existe otro término que cubra un rango tan amplio de negocios como lo hace la logística.

La logística puede considerarse como el *"proceso de planeamiento, implementación y control eficiente y a costos razonables del flujo y almacenamiento de materias primas, inventarios de productos en proceso, de productos terminados y toda la información relacionada comprendida entre el punto de origen y el punto de consumo final, con el fin de lograr la satisfacción de los requerimientos del cliente." O más sencillamente, es "el arte de asegurar que los productos correctos lleguen al lugar correcto, en correcta cantidad en el momento correcto satisfaciendo así el nivel de servicio exigido por el cliente al menor coste posible" (2) .*

La necesidad de almacenar, distribuir, transportar... siempre ha existido, y siempre ha estado presente en los grupos de gestión de las diferentes actividades industriales. Sin embargo, hace tan sólo 50 años que se empezó a considerar como concepto. Numerosos estudios revelan que durante los años 60, prácticamente ninguna empresa europea integraba dentro de su organización un departamento específico dedicado a resolver las necesidades logísticas. Sin embargo, hoy en día ésta es una práctica cada vez más extendida. Funciones que ahora son consideradas como una parte fundamental de la cadena logística antes estaban controladas por los diferentes departamentos de la empresa (ventas, producción, almacén, etc...), por lo que no existía una visión integral de la logística como proceso.

En el caso de España, durante las dos últimas décadas se ha comenzado a prestar atención a la logística como un concepto integral dentro de la empresa, lo que ha motivado un conocimiento más completo de sus potencialidades y la búsqueda de la incorporación de nuevas tecnologías, técnicas y modelos racionales a su gestión y explotación.

Esta profundización en el conocimiento de la actividad logística proporciona ventajas económicas a las empresas y, en muchos casos, ventajas competitivas a aquellos que saben añadir a su estrategia las herramientas logísticas, puesto que una buena gestión de las actividades logísticas tiene consecuencias directas sobre la calidad del servicio ofrecido y en los costes asociados al mismo.

Dentro de la actividad de la industria logística, se pueden encontrar compañías que prestan servicios de transporte, almacenamiento, asesoramiento relativo a la cadena de valor, *forwarding* y otros servicios relacionados con el transporte. La percepción común de una

(2) Fuente: "Transacciones europeas de logística 2002 Ernest & Young."

empresa logística pura es la de una empresa que ofrece soluciones integradas de transporte y/o almacenamiento a consignadores. Se observa que las líneas de lo que solía ser una definición clara de la industria han cambiado. Primero, existe una interacción creciente entre los servicios de logística y transporte. Segundo, el hecho de ofrecer soluciones logísticas con éxito depende cada vez en mayor medida de los sistemas de información, de la capacidad de optimización de procesos y, consecuentemente, del conocimiento.

1.2 Operaciones de la cadena logística

Hoy en día, la competencia en el sector logístico es importante, y cada vez es mayor la presión que soportan las empresas ante la necesidad de mejorar el servicio ofrecido al cliente, buscando una reducción de costes que no implique una disminución de la calidad. Para conseguir estos objetivos, es necesario alcanzar una mejora de la actividad logística, mediante la aplicación de medidas en los procesos y actividades de la organización.

Si analizamos la estructura de la cadena de suministro, vemos que los principales eslabones de la cadena son los siguientes:

- Proveedores (compras).
- Almacén de entradas.
- Planta de producción.
- Almacén de salidas.
- Cliente (ventas).

Los componentes de esta cadena de abastecimiento pueden aparecer de varias formas, en función de la actividad que desarrollen las empresas. Uno de los objetivos principales de todas las empresas es buscar la manera de conseguir acortar esta cadena y reducir su volumen.

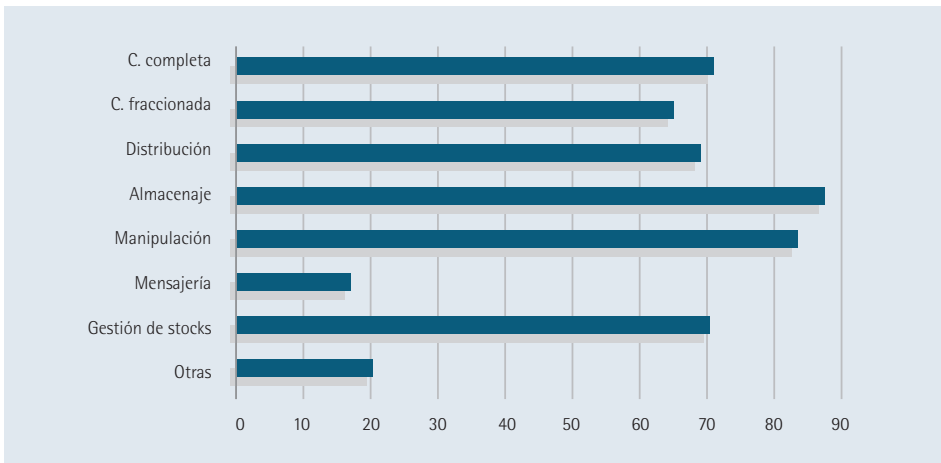
Generalmente, se puede asumir que las siguientes tareas siempre forman parte de la cadena logística:

- **Operaciones Físicas:** incluyen aquel conjunto de actividades que implican un proceso físico de manipulación de mercancía. Destacan principalmente:
 - Transporte.
 - Almacenaje.
 - Operaciones complementarias.
- **Operaciones de gestión:** incluyen la gestión y la organización de todo el material, productos y mercancías. Compras y coordinación de las salidas de productos terminados también se reconocen como operaciones de gestión.
 - Organización de rutas y gestiones aduaneras (internacional).
 - Gestión de stock y almacenes.
 - Gestión de caducidades de productos.

- Logística inversa y retornos vacíos.
- Gestión de pedidos y distribución.
- **Tratamiento de la información:**
 - Documentación generada por remitentes y destinatarios.
 - Información utilizada por el operador logístico.
 - Sistemas de transmisión de la información.

En la *figura 1* se observa como entre las diferentes actividades ofertadas por los operadores logísticos destacan la manipulación y el almacenaje. Esta última es además una de las partes más importantes de la cadena logística. Tiene un peso decisivo sobre la percepción final de calidad de los clientes, y es muy proclive a sufrir procesos de mejora y automatización mediante la aplicación de las TIC.

FIGURA 1. *Principales actividades ofrecidas por los operadores logísticos.*



Fuente: Anadif (2003).

1.3 Importancia del sector logístico. Análisis económico.

El sector logístico, al igual que cualquier otro sector de servicios, está constantemente evolucionando y adaptándose a los mercados a los que sirve. Pero es difícil encontrar una industria que haya experimentado tantos cambios significativos como el sector logístico europeo.

Todos estos cambios han contribuido poco a poco a la aparición de una nueva figura dentro del panorama logístico, el operador logístico. La Asociación Empresarial de Operadores Logísticos (Anadif) define al operador logístico como *"aquella empresa que por encargo de su cliente diseña los procesos de una o varias fases de su cadena de suministro (aprovisionamiento, transporte, almacenaje, distribución e incluso ciertas actividades del proceso productivo),*

organiza, gestiona y controla dichas operaciones, utilizando para ello las infraestructuras físicas, tecnología y sistemas de información, propios y ajenos, independientes de que preste o no los servicios con medios propios o subcontratados."

1.3.1 Análisis del sector europeo

El mercado mundial de la logística movió a finales del año 2001 alrededor de 3 billones de dólares, de los cuales aproximadamente el 75% corresponden a la Unión Europea. El gasto logístico representa cerca del 11,7% del PIB a escala mundial, mientras que la participación del mercado logístico en el total del PIB es similar en EEUU (12%) Europa (11,7%) y España (11,5%). Estas cifras consideran la logística en un sentido amplio, incluyendo también el transporte.

En el caso de la UE se vislumbra un futuro prometedor para el mercado logístico en general y para los operadores logísticos en particular. Los clientes ya no quieren un transportista, sino que buscan un operador que les ofrezca nuevos servicios y una solución logística integral, lo que atribuye al sector un enorme potencial de crecimiento.

Entre Alemania, Francia, Reino Unido, Italia y España acaparan más del 80% del mercado logístico europeo. El Reino Unido es el país con un mayor nivel de externalización de las actividades logísticas de sus empresas, seguido a distancia de Francia. Los mercados logísticos de Finlandia, Italia y España son los que representan mejores expectativas de evolución en los próximos años en la UE.

1.3.2 Análisis económico en España

El sector de la logística en España, al igual que en la Unión Europea, se encuentra sometido desde hace a algunos años a un proceso de continua evolución, resultado de la demanda por parte de los clientes de un servicio de valor añadido, y de la creciente competencia de los grupos extranjeros. En el mercado español empiezan a tener importancia los operadores logísticos que son capaces de añadir valor a la mercancía transportada, convirtiendo el servicio ofrecido en un proceso integrador y multifunción.

El sector logístico, incluyendo la actividad de los transportistas, supone alrededor del 12% del producto interior bruto nacional; mientras, el porcentaje del gasto español en logística, sobre el total de la Unión Europea (antes de la ampliación de mayo de 2004) está cercano al 6%, situándose por detrás de Francia, Alemania e Italia. Considerando sólo la parte del sector representada por las actividades logísticas, sin incluir las operaciones de transporte, según un estudio publicado por Anadif en noviembre de 2003, esta actividad representa un 9,7% del PIB (651.000 Mill. euros), acercándose al volumen de negocio del sector turístico, considerado como uno de los motores de la economía española.

El 23,19% de los gastos presentados corresponden a actividad subcontratada, y el 6,11% se atribuye a los operadores logísticos (*figura 2*), lo que hace suponer que existe un tejido

empresarial dedicado a la logística formado por pequeñas y medianas empresas aún significativo.

FIGURA 2. *Costes logísticos relacionados con el PIB nacional.*



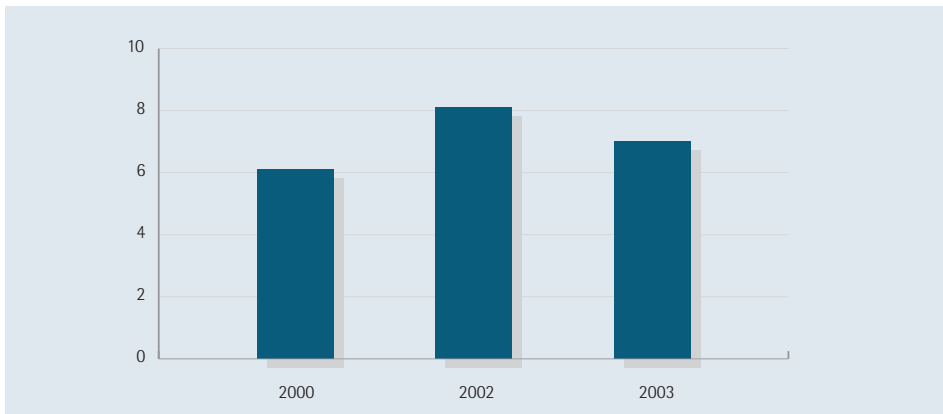
Fuente: Anadif (2003).

El volumen de negocio de los operadores logísticos creció un 7,2% en 2003, situándose en 2.144 millones de euros. Este dato refleja un crecimiento notable en su actividad, con una moderada tendencia a la ralentización, ya que en 2002 el crecimiento fue de un 8,4%.

Uno de los principales factores que determinarán el crecimiento del sector de los operadores logísticos es la subcontratación de actividades en la cadena de suministros. El actual nivel de externalización de las actividades logísticas es reducido, la subcontratación en las empresas españolas únicamente representa el 23% del gasto total en logística (dato que ha aumentado de forma importante desde el 18% de 2001).

Las buenas perspectivas del mercado español se fundamentan en su alto potencial de crecimiento, su estratégica situación geográfica, y el nivel de sus infraestructuras logísticas. En este contexto, se estima que el gasto en logística en España se incrementará un 25% (crecimiento superior al europeo).

FIGURA 3. *Crecimiento de los operadores logísticos en España (% volumen de negocio).*



Fuente: FCVN (2000).

1.4 Tendencias organizativas en el sector

En la actualidad, España está atravesando un buen momento de generación de ideas e iniciativas, tanto públicas como privadas, destinadas a crear una eficiente red de plataformas y centros que satisfagan las necesidades de los operadores, mejorando los servicios de transporte y logística ofrecidos.

Existen algunas tendencias claras que pueden dar una idea de hacia donde avanza el sector:

- **Globalización:** gracias a la ayuda de las tecnologías de la información y las comunicaciones, están desapareciendo las tradicionales barreras entre países y economías. El crecimiento del comercio internacional demanda un incremento de soluciones logísticas globales.
- **Outsourcing:** las empresas tienen una necesidad cada vez mayor de subcontratar ciertas partes de la cadena de valor. Según algunos analistas, se estima que tan sólo el 28% del potencial de mercado europeo, que teóricamente podría ser prestado por operadores logísticos, se encuentra subcontratado. El último informe del Salón Internacional de Logística (SIL) sitúa a España como uno de los países que tienen un mayor potencial de crecimiento en el "outsourcing" logístico.
- **Concentración de instalaciones:** existe una tendencia clara a reducir al máximo los almacenes, potenciando el servicio de transportes.

Por tanto, dejando al margen los ciclos económicos de corto plazo, parece que persiste la tendencia hacia la logística contratada. Existe una fuerte inclinación hacia la alineación de estrategias logísticas con soluciones integrales. Se espera así que tengan éxito en el sector aquellas empresas que alcancen los siguientes requisitos:

- **Confianza del cliente:** los clientes de empresas logísticas poseen un buen número de razones para actuar con cuidado a la hora de subcontratar parte de su proceso de negocio y elegir a su proveedor. El conocimiento de la gestión de la cadena de valor está considerado como uno de los factores clave de éxito en muchos modelos de negocio, por lo que los clientes temen perder ciertas competencias y sufrir un deterioro de su actividad al subcontratar determinados procesos de su cadena; además conocen el peligro que supone volverse dependiente de un único proveedor.
- **Irrupción de nuevos paquetes de servicio:** la percepción general de los acuerdos de subcontratación ha ido cambiando. Inicialmente fueron entendidos como simples medios de reducción de costes, que alcanzaban ciertas partes de la cadena de valor. Hoy en día, las compañías utilizan la subcontratación como medio para fortalecer la competitividad de sus procesos más importantes.

La estrategia global de los operadores en los próximos años estará marcada por la innovación tecnológica. Para los operadores, cada vez tienen más importancia los sistemas de información y tecnología de la comunicación, pues serán un elemento diferenciador en el mercado que permitirá establecer relaciones con los clientes. Por ejemplo, los sistemas de identificación mediante radiofrecuencia (RFID) están alcanzando un fuerte desarrollo, y parece que se van a convertir en un importante factor de diferenciación, que mejore los procesos operativos y reduzca los costes.

2. Las tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la actividad logística

2.1 Introducción

Hasta ahora, se ha analizado el sector logístico desde un punto de vista económico, tanto a nivel europeo como nacional, comentando sus perspectivas de evolución. También se han repasado brevemente las actividades principales que componen la cadena logística. El siguiente paso de esta contribución es la revisión de las posibles aportaciones de las nuevas tecnologías destinadas a mejorar los procesos que forman parte de la cadena logística. Las TIC proporcionan una serie de funcionalidades que incrementan la eficacia y la rapidez de los procesos propios de la actividad logística, además de reducir al mínimo los posibles errores cometidos durante el procesamiento de datos, muchos de ellos de origen humano.

2.2 Selección de áreas de interés

A continuación, se describen brevemente diferentes actividades logísticas, anticipando qué tecnologías contribuyen en ellas a la optimización de la cadena. Estas actividades se pueden dividir en dos grupos, las que intervienen en los procesos de gestión de stocks y las que lo hacen en la gestión de la distribución.

2.2.1 Gestión de almacenes

Las actividades que se desarrollan en el almacén no aportan un valor añadido al producto como lo hacen otras áreas de la empresa, lo que facilita enormemente la labor de automatización de los procesos. En la actualidad, la actividad de los almacenes se apoya en el uso de sistemas de gestión específicos.

Los Sistemas de Gestión de Almacenes han experimentado, en los últimos años, una vertiginosa evolución y aceptación en las empresas, siendo una de las áreas logísticas en la que se han conseguido mayores avances y mejoras. Algunas de las ventajas más importantes que se obtienen como resultado de la implantación de este tipo de sistemas son: mayor rentabilidad en la preparación de pedidos, ahorro de mano de obra, reducción de los ciclos de preparación, alta fiabilidad, control de inventario y ahorro de espacio.

Entre las diferentes tecnologías involucradas en la implantación de SGA se pueden citar, a modo de ejemplo, los códigos de barras ópticos y magnéticos, la radiofrecuencia, los PCs de a bordo, los terminales portátiles, el EDI, el reconocimiento de voz y los sistemas integrados de gestión logística.

2.2.2 Gestión de pedidos y distribución

La logística debe transformarse hacia entregas más personalizadas, rápidas y con máxima capilaridad. La gestión de los pedidos tiene un papel crucial en la optimización del intercambio de comunicaciones entre departamentos, que cada vez generan un mayor flujo de información.

Nuevos modelos de negocio, como los basados en el comercio electrónico, requieren que la logística adapte sus procesos. Al igual que posibilita la entrada de pedidos *on line*, también exige el tratamiento y respuesta a esos pedidos de forma electrónica, con eficacia y seguridad. Para ello, la empresa debe disponer de sistemas informáticos potentes y estructuras organizativas capaces de soportar esta nueva manera de proceder. Los sistemas informáticos proporcionan una rapidez de procesamiento de la información y de acceso a la misma que reduce significativamente los tiempos de actividad, respecto al tratamiento manual o parcialmente informatizado.

Muchas empresas ofrecen ya por Internet a sus clientes directos poder conocer en tiempo real el estado de su pedido, ofreciendo un servicio de trazabilidad de los productos que se extiende a los clientes de sus clientes.

2.2.3 Gestión de aprovisionamiento

Actualmente, la misión fundamental de los proveedores es disminuir los costes de las compras, mejorar la calidad de los productos y reducir el stock y los plazos de entrega. El intercambio electrónico de información, junto con relaciones de confianza entre proveedores y clientes permite:

- Generar autofacturación a partir de los consumos realizados.
- Elaborar pedidos automáticos a los proveedores.
- Casar las necesidades de carga con las disponibilidades de los transportistas.
- Homogeneizar la información mediante los mismos criterios de selección.

2.2.4 Forecasting

La utilización de herramientas informáticas permite la transferencia de información entre las diferentes partes de la cadena de suministro, manteniendo así sincronizada toda la planificación de la cadena. Los principales beneficios del "forecasting" son

- Mejora la disponibilidad a través de la revisión y el control de la demanda.
- Mejora la precisión de las predicciones.
- Controla los niveles de inventario para minimizar los efectos producidos por los picos de demanda.
- Complementa la evaluación de la post-promociones.
- Mejora el proceso de entrega mediante la reducción del ciclo de planificación.

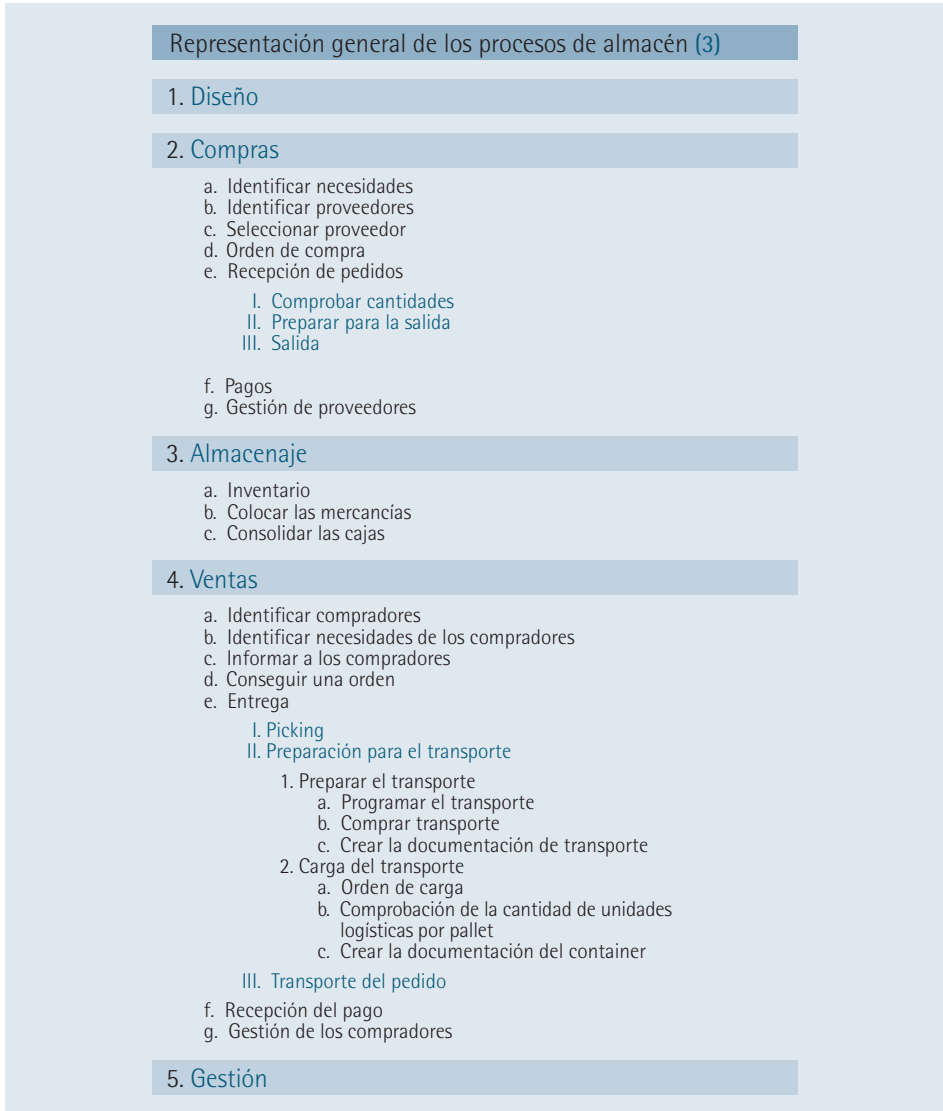
3. Soluciones TIC para la mejora en la gestión de stocks

3.1 Procesos de almacén y los sistemas de gestión de almacenes

Para las empresas, la necesidad de almacenar productos subsiste y seguirá siendo una realidad, pero las presiones para reducir costes e inventarios son mayores cada día que pasa. Estas presiones llevan a buscar nuevos métodos, que permitan hacer las operaciones de almacén más

competitivas que antes. La estructura y las funciones de los almacenes de hoy en día están sometidas a un proceso de cambio debido a la gran rapidez de las comunicaciones, el crecimiento del comercio electrónico y los clientes de Internet. Las soluciones que se presentan en este apartado están enfocadas a resolver las necesidades típicas que se pueden presentar en la actividad diaria de un almacén (*figura 4*).

FIGURA 4. *Procesos de almacén.*



Fuente: *Elaboración propia.*

(3) *Los procesos en negrita son los más susceptibles de mejorar mediante la implantación de TIC.*

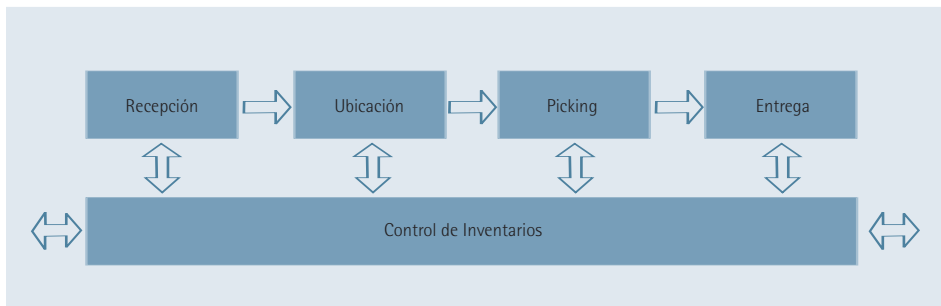
Las claves para alcanzar mejores resultados y ventajas competitivas en almacenes son la flexibilidad, velocidad, precisión e inmediatez de la información, cualidades que se pueden lograr fácilmente mediante el empleo de diferentes tecnologías de Identificación Automática y Captura de Datos (AIDC) combinadas con los Sistemas de Gestión de Almacenes (SGA).

Un SGA proporciona al usuario una visión en tiempo real de una parte importante de la cadena de suministro, ayudando a mejorar su control, el proceso de toma de decisiones y los niveles de servicio al cliente. La implantación de estos sistemas se puede llevar a cabo en todo tipo de almacenes independientemente de que sean grandes o pequeños. Dentro de sus funciones, los SGAs incluyen la gestión de los principales procesos que tienen lugar en un almacén: la gestión de inventarios, operaciones de control y flujo de la mercancía desde antes de la recepción hasta más allá de su entrega.

La introducción de nuevas tecnologías en la gestión de almacenes supone una nueva forma de trabajar, más rápida y efectiva, pero no implica un cambio en la cadena tradicional de procesos de almacén. Ésta sigue englobando *(figura 5)*:

- Recepción y ubicación de la mercancía.
- Selección y empaquetado.
- Entrega.
- Control de inventario

FIGURA 5. *Cadena de procesos de almacén.*



Fuente: *Elaboración propia.*

Algunos de los resultados más representativos que se obtienen tras la aplicación de estos sistemas son:

- Aumento de la productividad debido al control en tiempo real de los equipos y el personal.
- Mayor precisión por la identificación automática.
- Reducción de los niveles de inventario y de los niveles de seguridad de stock.
- Optimización del espacio de almacén.
- Mejoras en la gestión y el control al facilitar las tareas de planificación y el seguimiento.
- Reducción del trabajo administrativo.
- Aumento del nivel de servicio.

A continuación, se explican con mayor detalle algunas de las actividades que llevan a cabo estos sistemas, y cómo les afecta la implantación de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

3.2 La recepción de mercancías

El proceso de recepción de las mercancías es en muchos casos lento, y está sujeto a un nivel de errores excesivo, debido a que aún se encuentra muy extendido el uso de formularios que han de ser completados a mano o interpretables por el ser humano. Todas las tareas ligadas a un sistema de toma de datos manual, en donde el papel está presente (albaranes de entrega, formularios, etc.), suponen una importante pérdida de tiempo y esfuerzo e incluso, en ocasiones, de materiales y productos terminados. Estos errores, en el caso de pasar inadvertidos, pueden ser la causa de problemas en el desarrollo y suministro del producto final, y desembocar en demoras de la fecha de entrega de la mercancía acordada con el cliente, con los perjuicios de imagen y pérdida de confianza en la marca que esto supone.

Los procesos de recepción y ubicación de mercancías dentro de los almacenes se pueden mejorar, de forma importante, mediante la implantación de sistemas de captura de datos automáticos o semi-automáticos. La información obtenida de estos sistemas se puede almacenar directamente en el sistema de gestión de la información.

3.3 La ubicación de mercancías, el picking y el empaquetado

Hasta este momento, se han comentado las ventajas que se obtienen a partir de una identificación correcta de las mercancías en su entrada al almacén, y la existencia de soluciones que permiten introducir esta información en el sistema de gestión de una forma más rápida y eficaz. Las nuevas tecnologías se pueden utilizar también para mejorar otras tareas que tienen lugar dentro de la actividad de un almacén como, por ejemplo, la identificación de ubicaciones.

Saber que se ha recibido un producto es muy distinto a conocer dónde se ha colocado. En muchas ocasiones, surgen graves problemas causados por productos almacenados en un lugar equivocado, u olvidos de asignaciones de ubicación temporales. Un sistema de identificación de ubicaciones consistiría en una serie de equipos capaces de identificar, mediante un código, tanto las mercancías como los lugares de almacenaje existentes. Una vez hecho esto, el sistema se encargaría de realizar una comprobación por software en tiempo real de que el producto se va a colocar en el lugar correcto. En caso contrario, el operador recibiría una alerta avisándole del error y del lugar adecuado para ese producto.

Para poder llevar a cabo este proceso, es necesario disponer de unos almacenes correctamente estructurados y clasificados, en donde cada uno de los posibles lugares donde almacenar un producto esté perfectamente identificado y localizado. Existen varios métodos para realizar la identificación de los productos y las localizaciones, pero los dos más comunes son el uso de códigos de barras y las etiquetas inteligentes de identificación por radiofrecuencia (RFID).

En cuanto al proceso de recogida de material (*picking*), tradicionalmente se le ha proporcionado al operario una lista con los productos a retirar del almacén, y él se ha encargado de buscarlos y retirarlos. Este sistema de organización manual del picking está sujeto a la subjetividad del operario, a su destreza y experiencia, por lo que la productividad es un factor variable entre los diferentes trabajadores.

La existencia de un sistema de ubicaciones como el anterior, que sea capaz de identificar tanto el producto como la situación, puede proporcionar grandes beneficios en la mejora de la velocidad y la eficiencia a la hora de gestionar la retirada de almacén de los productos. Un software especial le proporcionaría a la persona encargada de realizar el proceso de picking manual un listado con las rutas de trabajo optimizadas, para alcanzar una mayor productividad y eficiencia en la recogida. Además, se podrían realizar comprobaciones instantáneas con el fin de controlar si la mercancía recogida es la esperada o se produce un error.

3.4 Control de inventarios

En su definición más amplia, el control de inventario no es más que conocer y verificar qué es lo que se tiene y qué es lo que se debería tener, dónde está y dónde debería estar, y por último, cuál es el momento más adecuado para reponer. Es un procedimiento fundamental para todas aquellas empresas que deseen mantener organizada la gestión de sus productos (el término "productos" no sólo hace referencia a aquellos artículos terminados, sino que también engloba las materias primas y los artículos en proceso de elaboración).

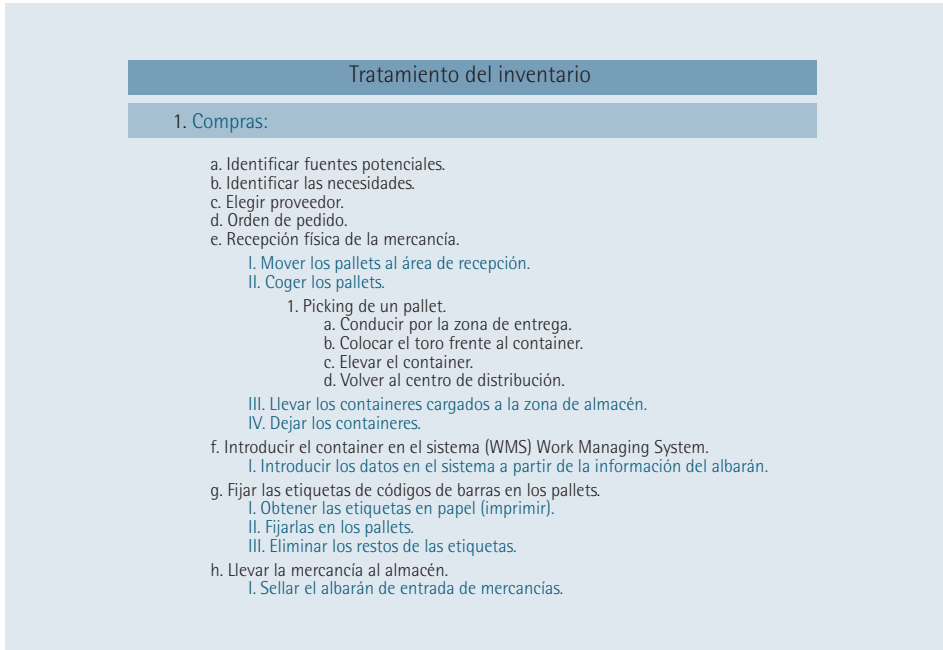
Con estos controles, se tratan de evitar situaciones de sobre-stock de materias de baja rotación, o de carencia de existencias en un momento de necesidad. Por otra parte, también se intenta paliar la probabilidad de sufrir retrasos en los tiempos de entrega o equivocaciones en las cantidades de productos pactados, lo cual evita que la empresa pueda ver cuestionada su capacidad y pierda la confianza de los clientes.

La manera más común de realizar el control de inventario consiste en añadir a las cuentas actuales de stock la entrada de nuevas mercancías o, por el contrario, de descontar la salida de productos terminados. Se complementa con el ajuste periódico de los niveles de stock por medio de un recuento manual. Un control efectivo requiere tener unos buenos sistemas de recogida de datos, tanto de cantidad de productos como de la localización de los mismos. Las principales desventajas de este método son:

- **Resulta muy lento y necesita muchos recursos humanos**, ya que el proceso manual es largo y laborioso. Esta lentitud provoca que, en muchas ocasiones, no se pueda cumplir con la periodicidad necesaria o programada, descuidándose el control del stock.
- **Presenta alta probabilidad de error**. Según estudios estadísticos, se ha demostrado que el nivel de errores asociado a un proceso de carga manual de datos en un sistema, es de un error cada 300 datos incorporados, mientras que si este proceso se realiza de forma automática la cantidad de errores pasa a ser de tan solo un error por cada 1.000.000 de datos cargados al sistema.

El problema del control de inventarios se puede solucionar con el uso de sistemas de etiquetas inteligentes. Éstos resuelven las necesidades de conocimiento de inventarios en tiempo real o al menos con un período de actualización elevado, y eliminan los problemas relacionados con las necesidades de disponibilidad de recursos humanos dedicados y la propensión a errores de los mismos. En las *figuras 6 y 7* se muestra el orden general de los procesos de un almacén, antes y después de la implantación de una solución con RFID.

FIGURA 6. *Tratamiento de inventario.*



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede comprobar al comparar los esquemas de las dos soluciones, aquélla que incorpora identificación y captura automática de datos en los procesos del almacén mediante la tecnología RFID, aporta valor adicional a la cadena de suministro, eliminando en cierta medida los problemas causados por la elevada sensibilidad a los errores, y aumentando la rapidez del proceso al reducir las tareas necesarias para llevarlo a cabo. De esta forma, aumenta el número de operaciones que se pueden realizar.



Fuente: *Elaboración propia.*

Otras funcionalidades de un sistema de gestión de almacenes son:

- **Gestión de tareas de movimiento:** proporciona una visión en tiempo real de la situación de las tareas que se están llevando a cabo en un almacén, permitiendo que los supervisores controlen en tiempo real la productividad y el progreso en el trabajo.
- **Gestión de recursos:** calcula la cantidad de trabajo necesaria para completar una carga de trabajo planificada, y avisa si existe algún problema para cumplirlo.
- **Medida de la productividad:** muestra la eficiencia de los operarios, tanto a nivel individual como por grupos, turnos, fechas, etc.
- **Gestión de la mano de obra:** asigna las tareas de forma automática con el fin de mejorar la eficiencia de los operarios.
- **Sistema avanzado de alertas:** avisa de los eventos importantes en tiempo real mediante el envío de correos electrónicos o a través del móvil.
- **Informes de gestión:** obtiene la información necesaria para la gestión del almacén y del análisis del inventario, tareas pendientes, productividad, etc.

4. Soluciones TIC para mejorar el transporte y la distribución

4.1 La problemática del transporte y la distribución

El término "distribución" hace referencia al movimiento de los productos, desde el lugar de origen o almacén, hasta el destino donde se necesitan. Dentro del proceso de la distribución son claves los procesos de planificación y gestión.

Por otro lado, consideramos el transporte como el uso de los diferentes medios (incluyendo tierra, mar y aire) a partir de los cuales los productos se hacen llegar a su destino. Dentro del transporte también se tiene en cuenta la forma en que se contienen y embalan los productos (pallets, cartones, containeres, etc.).

Estamos en una época dominada por rápidas comunicaciones y conectividad global. Las exigencias de los clientes hacia los fabricantes y los distribuidores son cada vez mayores, se requiere una respuesta más rápida y eficaz a sus necesidades. La ventana de tiempo para las entregas es cada vez más pequeña, y los clientes quieren poder realizar una trazabilidad de la situación de su pedido en todo momento, lo que supone disponer de información actualizada en tiempo real y recibir confirmaciones de entregas.

Dentro de la parte del sector logístico dedicado a la distribución y al transporte se han detectado varios problemas de relativa importancia, que se pueden resolver, o al menos mejorar, mediante la aplicación de las tecnologías de la información y de las comunicaciones. Las actividades afectadas por estos problemas son los siguientes:

- Gestión de flotas: localización de unidades, organización de rutas, control de horarios y eficiencia.
- Gestión de la logística inversa y los retornos vacíos.
- Trazabilidad de los pedidos.
- Sistemas de control en el transporte de mercancías peligrosas.
- Gestión de la intermodalidad.

Gran cantidad de las mejoras en estos campos se pueden llevar a cabo mediante la aplicación de la identificación automática y captura de datos. La información de embarque, las operaciones de distribución y trazabilidad y gestión del transporte, son parte de los procesos en los que la automatización puede jugar un papel significativo.

4.1.1 Información de embarque

En general, la gran mayoría de las empresas españolas, especialmente las pequeñas empresas dedicadas al transporte, reflejan todas las operaciones de entregas en documentos en papel. Los albaranes de entrega y el resto de la documentación relativa a un producto generalmente viajan con la mercancía. Cada recogida de productos que realiza un conductor se acompaña de la documentación correspondiente, que permanece con él hasta su llegada al centro de distribución,

donde, tras la entrega de la documentación por parte del conductor al equipo encargado de la recepción, se empieza el proceso de entrada de datos en el sistema y con la descarga.

La entrada de datos manual es sensible al error humano, además de ser muy lenta, lo que provoca retrasos a la hora de realizar los embarques. Es bastante corriente que la información escrita se vaya acumulando según los conductores van completando sus entregas, y permanezca sin tratar hasta su regreso al centro de distribución.

La imposibilidad de disponer de la información actualizada con mayor rapidez provoca retrasos en la generación de las facturas y evita que se puedan ofrecer nuevos servicios a los clientes (como la trazabilidad de mercancías), cuyos problemas se podrían resolver con la aplicación de las tecnologías de captura de adecuadas.

A partir de la lectura de datos y la transmisión de la información, si se incluyen otros datos adicionales como el instante de llegada estimado y el personal del centro de distribución, se puede planear de una forma más eficaz la recepción de mercancías en el centro. De este modo, se evitan todos los procesos que se tenían que realizar antes de la descarga, y la información está disponible de forma casi inmediata, lo que le permite al encargado del centro de distribución determinar con anterioridad las necesidades de recursos (recursos humanos, necesidades de espacio, planes de salida de material, etc.) para gestionar la recepción

4.1.2 Operaciones de distribución y trazabilidad

En la actualidad, los sistemas de transporte y distribución están empezando a aprovecharse de las ventajas que ofrecen los sistemas de identificación y posicionamiento, para realizar un control del inventario en tránsito e incrementar la flexibilidad a la hora de gestionar las rutas de distribución.

Estos sistemas usan generalmente el EAN/UCC GLN (*Global Location Number*) para mejorar la planificación y la gestión de la distribución. Usando este método de identificación, cada producto se puede localizar sin ambigüedad en cualquier lugar del mundo.

La combinación de la localización en almacenes junto con sistemas de gestión de flotas, permite mejorar de una forma efectiva la planificación y la gestión de los transportes en tránsito y llevar a cabo la trazabilidad de los productos y un inventario en todo momento.

4.1.3 Gestión del transporte

Los sistemas de identificación y captura automática también se pueden utilizar para la gestión y el mantenimiento de los sistemas de transporte. Incorporando sistemas como el RFID se pueden identificar los vehículos individualmente de una forma eficaz para mejorar los sistemas de seguridad, gestión de acceso y mantenimiento.

4.2 La contribución de las TIC al transporte logístico: SGF

Los sistemas de gestión de flotas son sistemas con una determinada cobertura, que puede ser nacional o incluso mundial, y que permiten la localización, el control y el seguimiento continuo

de todo tipo de flotas de vehículos, ya sean estos automóviles, vehículos de carga, embarcaciones y motocicletas. Los SGF integran las tecnologías satelitales (GPS y el un futuro próximo el sistema Galileo europeo), las comunicaciones móviles y los sistemas de información geográfica (GIS).

El propósito de los sistemas de gestión de flotas es satisfacer las siguientes necesidades:

- Mejorar el servicio proporcionado al cliente, permitiendo trazar los vehículos.
- Incrementar la productividad, optimizando el uso de los equipos.
- Aumentar la responsabilidad de los operarios.
- Reducir los costes.
- Aumentar la seguridad de las operaciones.

Este tipo de sistemas, proporcionan una serie de servicios de valor añadido que benefician tanto al empresario como al trabajador:

- Los sistemas de ayuda integral para la gestión inteligente de servicios logísticos se encargan de la generación de rutas prefijadas geográficamente.
- Los sistemas de detección de emergencias utilizan sensores distribuidos por el vehículo para detectar situaciones de anomalías y actuar en consecuencia.

La estructura de un sistema de gestión de flotas es sencilla: consiste en una plataforma que se utiliza para el seguimiento y localización de vehículos. Cada unidad dispone de un terminal que contiene un receptor GPS, que informa de su posición a la estación base de telefonía móvil más cercana (el método más común y económico es el envío de mensajes cortos SMS), permitiendo al administrador del sistema supervisar una flota completa de vehículos. Gracias a los datos recopilados por el sistema se pueden generar informes de uso y eficiencia de los diferentes equipos y operarios, los cuales permiten establecer comparaciones de rendimiento entre los diferentes equipos y trabajadores, responsabilizar a los trabajadores de las diferentes incidencias sucedidas, disminuir los riesgos de accidentes y aumentar la eficiencia, reduciendo costes y racionalizando los horarios.

4.3 La contribución de las TIC a la mejora de los procesos de distribución: aplicación al *cross-docking*

La principal característica que debe cumplir un buen sistema de distribución es la inmediatez de la información, que permite llevar a cabo una rápida respuesta en el tratamiento de los productos, y facilita procesos como el *cross-docking*, el seguimiento de los embarques y la asignación dinámica de tareas a los conductores.

El *cross-docking* es un sistema de distribución en el que la mercancía recibida en el depósito o centro de distribución no es almacenada, sino preparada inmediatamente para su próximo envío. Consiste en la transferencia de las entregas desde el punto de recepción directamente hasta el punto de entrega, con un período de almacenaje limitado e incluso, en algunos casos, inexistente. La principal característica de esta técnica es que maneja plazos muy cortos de tiempo, por lo que es vital llevar a cabo una sincronización muy precisa de todos los embarques de entrada y salida.

Se pueden considerar dos tipos de *cross-docking*:

- **Cross-Docking directo:** los *packages* (4) (pallets, cajas, etc...) preseleccionados por el proveedor, de acuerdo a las órdenes de los locales, son recibidos y transportados al muelle de salida para consolidarlos con los packages similares de otros proveedores en los vehículos de entrega sin que haya mayor manipulación.
- **Cross-Docking indirecto:** los *packages* en este caso son recibidos, fragmentados y re-etiquetados por el centro de distribución dentro de nuevos packages, para ser entregados a los locales. Éstos luego se transportan al muelle de salida para la consolidación con packages similares de otros proveedores en los vehículos de entrega.

La elección de una técnica u otra depende principalmente del tipo de producto (frescos, perecederos...), del modelo de distribución del minorista, del volumen del producto suministrado y la amplitud de surtido, del tiempo límite de entrega y del costo de implementación de la técnica.

El objetivo principal del *cross-docking* es eliminar el inventario no productivo retenido por el minorista o por el centro de distribución del mayorista. Los beneficios surgen de la reducción del tiempo y los costos requeridos para transportar el producto, incluyendo el ingreso de datos de inventario en el sistema informático. Así, mediante la implementación de las técnicas de *cross-docking*, se puede llegar a las siguientes mejoras potenciales:

- **Reducir:**
 - Los costos de distribución
 - El área física necesaria en el centro de distribución.
 - La escasez de stock en los locales minoristas.
 - El número de localizaciones de almacenaje en la cadena de abastecimiento.
 - La complejidad en las entregas en los locales.
- **Incrementar:**
 - La rotación por metro cuadrado en los almacenes
 - La vida útil del producto
 - La disponibilidad del producto
- **Mejorar:**
 - El flujo de mercaderías
- **Disminuir:**
 - Los niveles de stock.
- **Para:**
 - Tener acceso a los datos de actividad del producto.
 - Recibir órdenes consolidadas en lugar de órdenes de cada local minorista.

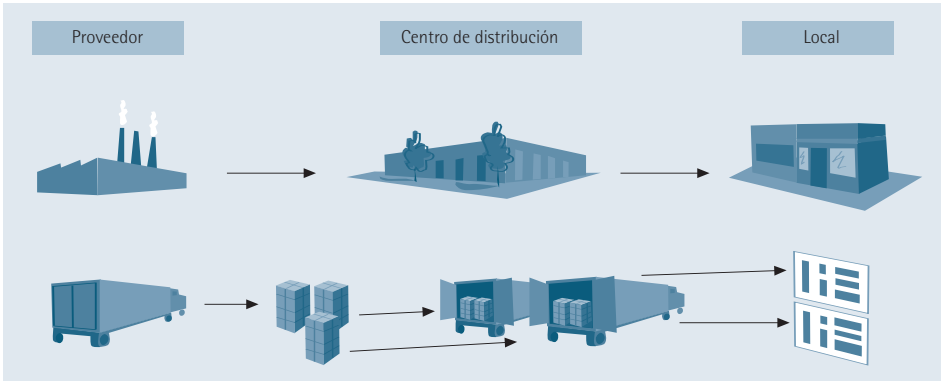
¿Cómo funciona el *cross-docking*?

En el caso del *cross-docking* directo (*figura 8*), las entregas son preparadas por el proveedor en función de cada uno de los locales. Cada local recibe una entrega que corresponderá al menos a

(4) El termino *packages* puede ser usado para describir tanto a las unidades logísticas como a las unidades comerciales.

un *package* específico. Todas las entregas están hechas para una localización identificada en el centro de distribución, donde los envases son clasificados y despachados a cada local.

FIGURA 8. *Modelo de cross docking directo.*

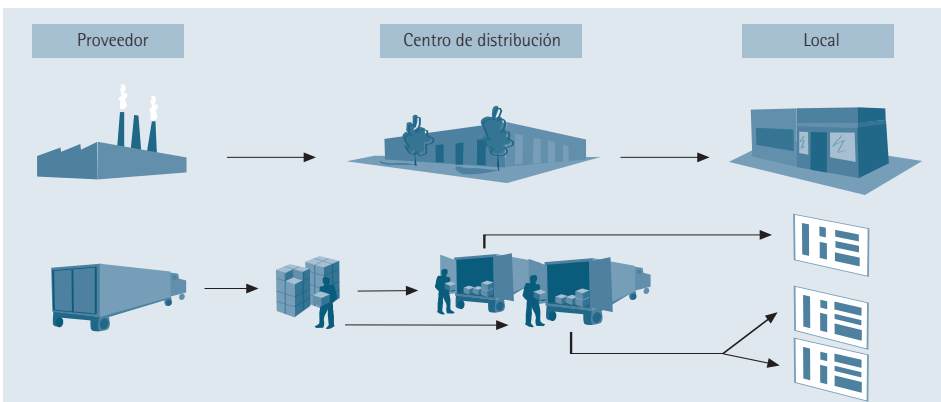


Fuente: EAN (2000).

La preparación de los productos por local ya no se realiza en el depósito del distribuidor, sino que lo hace el proveedor en el momento de la preparación antes de que la mercancía sea despachada. Esto permite al proveedor entregar a un punto único incrementar los tiempos de entrega a los locales. Se utiliza mucho para productos frescos con el fin de incrementar la vida útil del producto.

Cuando el *cross-docking* es indirecto (*figura 9*), es el centro de distribución quien emite una serie de órdenes consolidadas detalladas por local. Las unidades logísticas o de distribución son definidas por el comprador de acuerdo con el consumo en los locales. El proveedor prepara y despacha los productos al centro de distribución. En la recepción, los envases homogéneos se reducen a unidades para su entrega inmediata a los locales.

FIGURA 9. *Modelo de cross-docking indirecto.*



Fuente: Ean (2000).

5. Descripción de las tecnologías necesarias para implementar las soluciones referidas

En gran parte, el grado de aceptación de los productos y servicios relacionados con las TIC depende de su funcionalidad, pero también de los requisitos técnicos necesarios para su puesta en práctica, y de los elementos finales que permiten el acceso y la interacción entre los usuarios finales y las aplicaciones proporcionadas.

En este apartado, se describen someramente las tecnologías y equipos usados para implementar las soluciones propuestas.

5.1 Redes de comunicación

Las redes de comunicación son los sistemas que permiten conectar los terminales de usuario con los servidores en donde residen los contenidos, los servicios y las aplicaciones. Las redes de comunicaciones pueden ser tanto fijas como móviles, pero debido a las condiciones del entorno de trabajo, en el sector logístico las más comunes son éstas últimas.

- **PLC (Power Line Communications):** esta tecnología permite la transmisión de datos a través de la infraestructura de la red eléctrica. Se trata de instalar en las estaciones de transformación los equipos de comunicaciones necesarios para acoplar sistemas de ondas portadoras.
- **Acceso vía satélite:** Estas redes ofrecen acceso bidireccional a través de enlaces con satélites. Su principal ventaja es su cobertura global, y aún no tienen rival para cubrir extensas zonas aisladas, como desiertos, océanos o zonas rurales de difícil acceso, ya que la infraestructura terrestre requerida para su implantación es mínima. Apenas existen zonas de sombra y en algunos casos llegan incluso a permitir movilidad.
- **GPRS (Global Packet Radio Services):** se trata del paso intermedio de la evolución del GSM hacia el UMTS, también conocida como generación 2,5G. Los terminales GPRS permiten visualizar contenidos y usar servicios de Internet directamente en su pantalla, en una evolución continua de convergencia entre el teléfono móvil y las PDAs. El uso de GPRS no sólo se limita a los teléfonos móviles sino que, a través de tarjetas GPRS, se puede conectar cualquier terminal de forma inalámbrica y a elevada velocidad.
- **UMTS (Universal Mobile Telecommunication System):** representa la tercera generación de la telefonía móvil. Supone la mayor implantación de tecnologías radio, mayores capacidades de transmisión y nuevos terminales. Estos factores tecnológicos, junto con los problemas económicos surgidos del endeudamiento de las operadoras ante los elevados desembolsos a los que han tenido que hacer frente para adquirir las licencias, han provocado un enorme retraso en el desarrollo de la tecnología, favoreciendo la adopción y el uso de GPRS como tecnología intermedia.
- **WiFi (Wireless Fidelity):** es el nombre comercial del estándar IEEE 802.11b para redes de área local inalámbricas (WLAN, Wireless Local Area Network). Una red WiFi consta de un punto de

acceso que coordina todos los dispositivos WiFi conectados. Es el instrumento ideal para crear Redes de Área Local en zonas en las que no es posible instalar cables o se necesita disponer de movilidad total dentro del entorno de trabajo. La desventaja de este tipo de solución es que, al menos por el momento, la seguridad está por debajo de la proporcionada por otras soluciones.

5.2 Tecnologías de intercambio de información

EDI o "*Electronic Data Interchange*" (Intercambio Electrónico de Datos) se utiliza para designar el sistema de intercambio de documentos en formato normalizado entre los sistemas informáticos de quienes participan en una relación comercial. En la actualidad, EDI es una herramienta imprescindible para las relaciones comerciales entre muchas empresas, que permite alcanzar un alto nivel de eficiencia en los intercambios de información.

La Asociación Española de Codificación Comercial (AECOC) ha realizado diferentes estudios (5) que han demostrado que la implantación de EDI en las empresas permite alcanzar beneficios de alto nivel, además de mejorar diferentes procesos dentro de la organización. Operativamente, EDI disminuye los errores y el coste administrativo de tratamiento de información, como también aumenta el flujo de ésta y la velocidad a la que se distribuye. En cuanto a beneficios estratégicos, EDI facilita la colaboración y la relación clientes/proveedores, compactando la cadena de suministros. Además, mediante EDI se minimiza o se elimina la asignación de recursos destinados a tareas que no aportan valor a la empresa.

Según los estudios de AECOC, EDI proporciona:

- Reducción de los costes de producción en un 3%.
- Reducción de la falta de productos en stock en un 75%.
- Disminución de los plazos de entregas.
- Reducción de los errores en las entregas y en las facturas.
- Reducción de costes administrativos en el tratamiento de documentos.

Existen diferentes soluciones tecnológicas ante un proyecto EDI, en función del tipo de formato de estándar que se necesite utilizar (EDI-EACOM o EAN.UCC XML), de la red de comunicaciones y del servicio de enrutamiento. Estas soluciones son las siguientes:

- Ficheros propietarios.
- Estándar EDI-EANCOM.
- Estándar EAN-UCC para EDI-XML.

(5) Recomendaciones AECOC para las buenas prácticas logísticas (RAL).

5.2.1 Ficheros propietarios

La solución de los ficheros propietarios surgió hacia los años 60 cuando las empresas empezaron a desarrollar soluciones a sus necesidades.

Puntos Fuertes:

- Primera aproximación a la automatización de los procesos.

Puntos Débiles:

- No se puede garantizar la interoperabilidad de los sistemas usados.
- Los costes crecen al aumentar el número de empresas debido a la necesidad de realizar traducciones entre los diferentes formatos.
- No existen soluciones en el mercado que lo soporten, lo que nos lleva a soluciones propietarias.

5.2.2 El estándar EDI-EANCOM

La organización de Estandarización Internacional propuso en 1986 la aprobación del estándar internacional UN/EDIFACT (*Intercambio Electrónico de Documentos para la Administración, Comercio y Transporte*). Dentro de este estándar surgió el proyecto EANCOM, que buscaba proveer apoyo al desarrollo de las normas EDIFACT y definir subconjuntos de dichos estándares EAN.

EDI-EANCOM a través de una Red de Valor Añadido (EDI RVA). Las Redes de Valor Añadido son redes suministradas por empresas privadas que proveen servicios adicionales a los de comunicaciones para usuarios externos. Las funcionalidades básicas de una red de valor añadido consisten en recibir los mensajes que remite el emisor para depositarlos en el buzón del destinatario, donde quedan a la espera de la entrega.

La red asegura la integridad, el control y la trazabilidad de los mensajes, lo que posibilita en todo momento conocer el estado de los mensajes: enviados, recibidos, rechazados y pendientes de entrega.

EDI-EANCOM a través de Internet (EDI INT). Internet es una red de comunicaciones que supone una gran oportunidad para ampliar las posibilidades que aporta el EDI. El sistema de intercambio de mensajes EDI mediante correo electrónico conlleva un importante ahorro en costes frente a los métodos tradicionales, basados en facturación por volumen de información.

La gran desventaja de Internet es que, al ser un canal abierto y de libre acceso, es también inseguro, por lo que en su utilización para EDI requiere de firma electrónica que garantice el ciclo completo de una transmisión.

Los tiempos de transmisión de los mensajes EDI son críticos, así que es necesario que la estación de servicio sea capaz de elegir la red que usará para la transmisión en función de la prioridad del mensaje.

Aplicaciones Web-EDI. Las aplicaciones Web-EDI son un servicio al que se accede a través de Internet, que convierte los documentos cumplimentados mediante sencillos formularios en mensajes EANCOM dirigidos al destinatario. Convierte también mensajes EANCOM en formularios que pueden ser visualizados e interpretados fácilmente por cualquier persona. Sólo son recomendables para empresas con un reducido volumen de documentos.

5.2.3 El estándar EAN.UCC para EDI/XML

El XML es un lenguaje nacido en 1998, basado en etiquetas que permiten la realización de transacciones comerciales entre interlocutores. El conjunto de etiquetas define los contenidos para poder hacer la transacción documental entre las diferentes partes.

XML a través de Internet (XML INT). La gran ventaja del XML sobre EDI-EANCOM es su posibilidad de extensión a entornos "persona-aplicación" para visualizar los documentos, puesto que los ficheros pueden ser leídos directamente en XML o como HTML desde un navegador.

La implantación de este sistema requiere de un software especializado para el envío de los documentos. Además, también es necesaria una herramienta encargada de la conversión al EDI y de la integración con los sistemas de información de la empresa.

Aplicaciones Web-XML. Las aplicaciones Web-XML son un servicio al que se accede a través de Internet, mediante el cual se convierten documentos cumplimentados mediante un sencillo formulario en mensajes que cumplen con el estándar XML. También realiza el proceso contrario de conversión de un mensaje XML en un formulario interpretable por cualquier persona. Este tipo de aplicaciones sólo son recomendables para aquellas empresas que trabajen con un reducido volumen de documentos a enviar y recibir.

5.3 Tecnologías de Identificación Automática y Captura de Datos

5.3.1 Sistemas de identificación por códigos de barras

Se está realizando un gran esfuerzo para la implantación de los sistemas de identificación por código de barras, y numerosas empresas están trabajando en sus propios estándares.

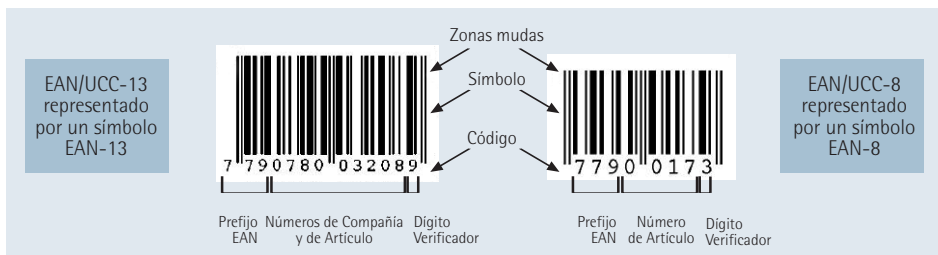
El sistema de identificación más aceptado es el desarrollado por EAN Internacional. Éste garantiza la identificación única y exclusiva de productos y servicios mediante códigos identificadores. Los códigos proporcionan un lenguaje común que permite a proveedores, fabricantes y vendedores comunicar información sobre el producto. Además, los códigos de barras se pueden imprimir sobre prácticamente cualquier superficie, e incluso, en algunos casos, se graban sobre el producto durante el proceso de fabricación.

Los números de EAN/UCC que identifican a una unidad logística (o a un producto en el punto de venta) se representan por un código de barras. El código permite que se pueda realizar un proceso automático de identificación y captura de datos mediante una máquina (*scanning*).

Existen tres estándares de EAN/UCC para la numeración de unidades logísticas (6):

- **EAN/UCC-13:** es una numeración que se utiliza para la identificación de unidades comerciales de consumo masivo. Es una estructura única y segura que resulta ser fácilmente decodificable en los puntos de venta (figura 10). Se utiliza exclusivamente para aquellos casos en los que la unidad logística se lee a través de los puntos de venta.
- **EAN/UCC-14:** se usa para identificar a efectos logísticos aquellas unidades logísticas que incorporan productos idénticos y no pasan por el punto de venta. La estructura es la misma que la de EAN/UCC-13, pero con una variable adicional elegida por la empresa que indica la forma de presentación de la mercancía.
- **EAN/UCC-128:** esta numeración se emplea cuando se necesita disponer de gran cantidad de información sobre un producto. Se pueden incluir datos como fechas de elaboración, caducidad, números de lote, etc.

FIGURA 10. Esquema de un código EAN/UCC-13.



Fuente: EAN (2000).

Las principales ventajas de las soluciones basadas en códigos de barras son la vida ilimitada del código, su bajo coste y la amplia difusión de este tipo de sistemas en el ámbito mundial. Por otra parte, los inconvenientes están relacionados con la baja funcionalidad del sistema, ligada a su poca capacidad para guardar información y al hecho de que sólo permite lectura de datos, además mediante visión directa.

5.3.2 Sistemas de identificación por radiofrecuencia (RFID) o etiquetas inteligentes

Los efectos de la globalización y el proceso de cambio de los negocios han hecho evolucionar la tecnología de los códigos de barras hacia una nueva herramienta de trabajo, que permite a las empresas una mayor visibilidad de los productos conforme avanzan a lo largo de la cadena de suministro. Esta nueva herramienta se basa en el uso de las llamadas etiquetas inteligentes o, de lo que es lo mismo, los sistemas de Identificación por Radiofrecuencia (RFID).

(6) Unidad logística: ítems que no se venden directamente al consumidor. Pueden ser un producto único o un grupo estándar de unidades empaquetadas para facilitar su manejo, almacenamiento, pedido y preparación.
Fuente: EAN Internacional.

La tecnología RFID se fundamenta en la comunicación por medio del envío de señales entre lectores y etiquetas RFID. Las etiquetas inteligentes pueden adherirse o imprimirse en cualquier objeto. Estas etiquetas llevan un circuito integrado que permite la transmisión de información, y se activan cuando están próximas a un lector que emite señales creando un canal de comunicación.

Las aplicaciones para las que este tipo de tecnología resulta útil son muy variadas. Entre otras se pueden citar la trazabilidad de lotes de un producto (desde que se termina hasta su entrega al cliente final), el control de flujos de stock, la trazabilidad de productos perecederos y el control de sus condiciones, la administración de puntos de venta, el control de accesos en puntos de seguridad, los inventarios en tiempo real o la identificación de vehículos.

Este tipo de tecnología es relativamente nueva y, aunque está evolucionando muy rápidamente, todavía no está muy implantada (según diferentes especialistas, se espera que la tecnología despegue definitivamente en torno al 2006 (7)), por lo que el coste actual es relativamente alto.

Al igual que en el caso de los códigos de barras existen los estándares EAN.UCC, la tecnología RFID cuenta con un estándar propio que permite su uso de forma global y generalizada. Este estándar recibe el nombre de Código Electrónico de Producto (EPC) y ha sido desarrollado por el Massachusetts Institute of Technology (MIT).

El EPC contiene la misma información que llevan los códigos de barras, junto con una serie de datos adicionales que permitirán identificar cada unidad de producto de una forma única. La etiqueta de radiofrecuencia contiene en su estructura la identificación del fabricante, del producto y en casos adicionales el número de serie del objeto.

Las principales ventajas que se obtienen de la aplicación de la tecnología RFID son las siguientes:

- Reducción de los tiempos de entrega y recepción de los productos.
- Optimización de la capacidad de carga de las instalaciones.
- Incremento de los niveles de calidad.
- Eliminación de los tiempos de inspección.
- Aumento de la precisión en la preparación de pedidos.
- Trazabilidad de las entregas.
- Reducción o eliminación de los niveles de pérdidas.
- Reducción de los inventarios de seguridad.
- Aumento de la seguridad de los productos en los puntos de venta.
- Posibilidad de obtener mayor información sobre los consumidores.
- Automatización de la captura de datos en almacenes.

Además, no es necesaria la línea de visión directa para captura de datos, y las etiquetas pueden ser leídas a través de diferentes superficies.

(7) Fuente: IDC España. *Transport Intelligence*.

6. Conclusiones

El desarrollo de nuevos y más amplios mercados, consecuencia de los procesos de liberalización y de apertura de fronteras, establece un nuevo contexto que las organizaciones deben afrontar. Las tecnologías de la información y las comunicaciones ofrecen al empresario de cualquier actividad económica un conjunto de herramientas que pueden resultar decisivas para lograr, de manera eficaz y eficiente, la adaptación al nuevo entorno y la consecución de los objetivos estratégicos de la empresa. El adecuado uso de ellas constituye la base para mejorar la competitividad y la calidad del servicio ofrecido al cliente.

En el ámbito de la oferta logística, el uso de las nuevas tecnologías permite asegurar un balance razonable entre costes de infraestructura e ingresos superiores, y un servicio más amplio y de calidad. Es un hecho que la gran mayoría de las empresas nacionales se encuentran en un nivel de desarrollo tecnológico muy inferior al de las grandes empresas extranjeras.

El transporte se ha convertido en un servicio plenamente integrado en la cadena logística. Según un estudio publicado por la fundación CETMO sobre las necesidades de los cargadores y transportistas españoles de mercancías por carretera, saber sacar provecho de las tecnologías de la información será, en un futuro próximo, un requisito para la selección del transportista. Éstos se ven, por tanto, ante el reto de asimilar culturalmente la tecnología para mejorar su situación en el sector.

Los empresarios del sector logístico asumen que la inversión en TIC puede mejorar la imagen corporativa, facilitando las comunicaciones y disminuyendo los errores y los fallos en los procesos, entre otros. Este hecho contrasta con el bajo nivel de implantación tecnológica que existe en las empresas nacionales, en especial las PYMES, los autónomos y las cooperativas.

A pesar de la creciente percepción de utilidad y mejora de la productividad, aún persisten importantes barreras de entrada para la implantación de las innovaciones tecnológicas dentro de una oferta logística integral (8), a saber:

- La falta generalizada de concienciación entre los empresarios de los beneficios que las nuevas tecnologías ofrecen, tanto a nivel económico como de servicio al cliente.
- La necesidad de realizar un importante esfuerzo económico para la implantación de las nuevas tecnologías.
- La desinformación sobre la oferta tecnológica existente.
- La falta de preparación y formación del personal de las empresas, especialmente en el área del transporte de mercancías.
- La escasa coordinación interempresarial, con la consecuente dificultad en la integración de los sistemas tecnológicos y de información.
- La falta de disponibilidad de estándares en algunas tecnologías.
- Las falta de legislación y de políticas gubernamentales.

(8) Fuente: Informe del Sector logístico y transporte. Ministerio de Fomento, Plan Petra.

7. Referencias

- AECOC (2001). *Recomendaciones AECOC para la logística: Entrega y recepción (RAL)*. Asociación Española de Codificación Comercial.
- AECOC (2003): *Recomendaciones AECOC para la logística: Logística Inversa (RAL)*. Asociación Española de Codificación Comercial.
- AIMUK (2002): *RFID Compendium*.
<http://www.aimuk.org/pdfs/RFID_compendium.pdf>, [mayo 2004].
- AIMUK(2002a): *Understanding AIDC in Manufacturing and Production control (50-58)*.
<<http://www.aimuk.org/pdfs/manufacturing.pdf>>, [junio 2004].
- AIMUK(2002b): *Understanding AIDC in Security, Access and Asset control (50-58)*.
<<http://www.aimuk.org/pdfs/security.pdf>>, [junio 2004].
- AIMUK(2002c): *Understanding AIDC in Transport and Distribution (50-58)*.
<<http://www.aimuk.org/pdfs/transport.pdf>>, [junio 2004].
- AIMU K(2002d): *Understanding AIDC in Warehousing and Inventory control (50-59)*.
<<http://www.aimuk.org/pdfs/warehousing.pdf>>, [junio 2004].
- Alfaland (2004a): *La logística inversa*.
<http://www.alfaland.es/pdf/LB_Logistica_Inversa.pdf>, [junio 2004].
- Alfaland (2003b): *Sistemas de gestión de flotas*.
<http://www.alfaland.es/pdf/gestion_de_flotas.pdf>, [junio 2004].
- ANADIF (2003): *Análisis sectorial sobre el mercado de los operadores logísticos en España*.
Deloitte, Anadif, Ministerio de Fomento.
- BPBC (2003): *Situación logística en España*. Bearing Point Business Consulting España.
- CEL (2001a). *Estudio sobre la situación logística de Aragón*. Instituto Aragonés de Fomento, Centro Español de Logística.
- CEL (2001b): *La logística en España. Estudio de situación 2001*. El Consorci de la Zona Franca de Barcelona, Centro Español de Logística.
- CIIL (2004): *Los sistemas de gestión en operadores logísticos*. Centro Internacional de Investigaciones Logísticas.
- COTEC (1998): *Innovación en los procesos y tecnologías logísticas. Sector consumo*. Fundación COTEC, Madrid.

- DBK (2000): *El valor de mercado de la logística*. DBK.
- E&Y (2002): *Transacciones Europeas de Logística en 2002. M&A en la Industria Logística*. Ernest&Young.
- EAN (2000): *Cross-docking. Como utilizar los estándares EAN.UCC*.
<<http://www.codigo.org.ar/Descargas/CROSDOCK.PDF>>, [mayo 2004].
- EAN (2004a): RFID/EPC. *La solución global para el seguimiento y el control total de los productos*.
<<http://www.codigo.org.ar/Descargas/RFID-EPC.pdf>>, [mayo 2004].
- EAN (2004b): *Sistema EAN.UCC para agilizar la toma de inventario*. EAN.UCC Argentina, Revista CODIGO. Boletín 38.
- EAN (2001): *Identificación EAN.UCC para unidades de consumo masivo y unidades logísticas*.
<<http://www.codigo.org.ar/Descargas/CODIF.PDF>>, [mayo 2004].
- ESADE (2002): *Los retos del sistema logístico español: La visión de las necesidades logísticas de los sectores empresariales*. ESADE, Institut Cerdà.
- ESADE (2004): *Flash Logística*. Centro de Información Empresarial ESADE.
<<http://www.guiame.net>>, [noviembre 2004].
- FCVN (2000): *Logística*. Federación de cajas de ahorros Vasco-Navarras.
- IMADE (2000): *Los centros de actividades logísticas*. Consejería de Economía y Empleo. Instituto Madrileño de Desarrollo.
- LCP (2003): *Keeping pace with RFID*.
<<http://www.lowrycomputer.com/webinars/files/RFID.pdf>>, [junio 2004].
- Mendez, J.L., Oubiña, J. (2002): *Logística: La asignatura pendiente en materia de gestión. Distribución y consumo*, 53-67.
- PILOT (2004): *Manual de consulta de logística. Programa de Innovación Logística*.
- Resa, S. (2003): *Los nuevos pilares de la logística en España. Distribución y consumo*, 73-85.

Capítulo 5

Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en las Artes Gráficas

Resumen Ejecutivo (180)

1. Introducción (181)
2. Descripción del sector de Artes Gráficas en España (183)
 - 2.1. El sector de Artes Gráficas en cifras (183)
 - 2.2. Aspectos relevantes del sector (187)
3. Descripción y evolución de los procesos productivos del sector (189)
 - 3.1. Descripción de los procesos productivos (189)
 - 3.2. Evolución de los procesos productivos (193)
 - 3.3. Evolución de los tipos de empresas (194)
4. Situación del sector de Artes Gráficas respecto a las nuevas tecnologías TIC (196)
 - 4.1. Preimpresión (197)
 - 4.2. Impresión (200)
 - 4.3. La revolución de Internet (201)
 - 4.4. El libro electrónico y la aparición de nuevos soportes (203)
 - 4.5. Sistemas de gestión de trabajos de impresión (207)
 - 4.6. Conclusiones (209)

5. Algunas áreas de aplicación (210)

- 5.1. Desarrollo de sistemas integrados de gestión de impresión para aplicación en pequeñas empresas de Artes Gráficas (211)
- 5.2. Desarrollo de un sistema de control de calidad de formas impresoras o trabajos acabados basado en técnicas de tratamiento de imagen (212)
- 5.3. Desarrollo de modelos de negocio con posibilidades de implantación a medio plazo en el sector de las Artes Gráficas (214)

6. Conclusiones (216)

7. Referencias (217)

Resumen ejecutivo

El presente capítulo recoge el estado general del sector de las Artes Gráficas en España, en especial en cuanto a la implantación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Contiene también una serie de líneas de acción concretas en las que las TIC pueden ayudar a mejorar diversos aspectos del sector gráfico. El contenido del capítulo es el siguiente:

1. En la primera sección se presenta un panorama de la situación del sector de las Artes Gráficas en España, y se dan cifras del quinquenio 1998-2002 de número de trabajadores, de empresas, de producción y de importaciones de maquinaria. Se ofrece también una valoración de la distribución de la actividad por Comunidades Autónomas. Esta sección se cierra con un pequeño análisis de las principales características del sector de Artes Gráficas español.
2. La siguiente sección presenta un resumen del modelo de producción en Artes Gráficas, desde la edición, pasando por la preimpresión, la impresión y la postimpresión. Se detallan dichos procesos y se da un panorama de lo que se hace en cada uno de ellos.
3. Seguidamente se ofrece una panorámica del estado actual del sector en cuanto a las nuevas tecnologías. Se indican los avances más importantes, como la introducción del *Computer to Plate* (CTP), la impresión digital directa, el uso de Internet, el libro y papel electrónicos y los sistemas de gestión de flujo de trabajos de impresión. Posteriormente se comentan algunas debilidades y posibles puntos de mejora. Concretamente:
 - La dificultad de las pequeñas y medianas empresas para abordar la implantación de sistemas de gestión de trabajos de impresión.
 - La necesidad de automatizar algunos procesos de control de calidad, por ejemplo, la detección de errores en planchas, fotolitos o en los propios trabajos impresos.
 - La necesidad de estar preparados para aprovechar la llegada de los nuevos modelos de negocio que pueden surgir como consecuencia del abaratamiento de los medios electrónicos de proceso, almacenamiento y comunicación, y con la llegada de nuevas tecnologías como el libro electrónico o el papel y tinta electrónicos.
4. Como consecuencia de las oportunidades mencionadas en el punto anterior, se proponen y desarrollan tres posibles líneas de actuación para la mejora del Sector Gráfico mediante utilización de las TIC:
 - Desarrollo de sistemas integrados de gestión de trabajos de impresión para su implantación en pequeñas empresas de Artes Gráficas.
 - Desarrollo de un sistema de bajo coste para el control de calidad de formas impresoras o trabajos acabados basado en técnicas de tratamiento de imagen.
 - Estudio de nuevos modelos de negocio con posibilidades de implantación a medio plazo en el sector de las Artes Gráficas.

1. Introducción

Las Industrias Gráficas son una actividad industrial de enorme importancia en España. Por ejemplo, en el año 2002 dio lugar a una facturación de 8.200 millones de euros, con una población laboral próxima a los 136.000 trabajadores, ubicados en casi 12.400 empresas. El Sector Gráfico exportó, en el año 2002, 1360,99 millones de euros y en el quinquenio 1998-2002 importó maquinaria por un valor acumulado de 2868,69 millones de euros.

Según la Encuesta Industrial editada por el Instituto Nacional de Estadística (INE), el sector de la Industria Gráfica (Artes Gráficas y Manipulados de Papel y Cartón):

- Es el primer sector industrial en cuanto a mano de obra empleada.
- Factura un 36% más que la industria de la confección y emplea a 24.400 trabajadores más.
- Factura 100 millones de euros más que la industria del cemento, yeso y hormigón y emplea 2,5 veces más trabajadores.
- Emplea casi 3 veces más trabajadores que la industria del calzado.
- Factura 1.170 millones de euros más que las industrias lácteas.
- Da trabajo a 45.173 empleados más que la industria de los plásticos.

Los ejemplos anteriores son sumamente ilustrativos, y dan cuenta de la importancia de un sector cuya producción, en 2002, representó el 1,18% del PIB nacional, invirtió el 1,41% del total nacional de bienes de equipo y exportó el 1,02% sobre el conjunto de bienes que salieron de nuestro país.

La definición o acotamiento de la industria de Artes Gráficas no se encuentra exenta de dificultades. Se trata de un sector de actividad que presenta una gran complejidad por la heterogeneidad de sus productos y procesos, que de hecho se estructuran en subsectores diferenciados, con características, modelos de negocio y problemáticas particulares. Ante esa diversidad en cuanto a la actividad que engloba la industria de Artes Gráficas, como paso previo para enfocar adecuadamente la situación, se plantea la necesidad de delimitar con claridad cuál va a ser la actividad que vamos a considerar, así como los subsectores de actividad que la integran.

La Industria Gráfica la componen las empresas dedicadas a las Artes Gráficas y a los Manipulados de Papel y de Cartón. En ambos subsectores el proceso productivo se puede dividir en las fases de preimpresión (tratamiento del texto y de la imagen), impresión en cualquiera de sus formas (*offset* en plancha, *offset* en bobina, huecograbado, serigrafía, flexografía, impresión digital, etc.), y encuadernación, acabado y manipulaciones finales.

El mejor modo de superar las dificultades de delimitación de lo que se entiende por sector de Artes Gráficas consiste en hacer uso de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE), que se basa en un criterio de orientación o destino del producto. La actividad de las Artes Gráficas está incluida en los grupos 21 y 22 de la CNAE. El sector quedaría encuadrado en los siguientes epígrafes:

T1. DESCRIPCIÓN CNAE DEL SECTOR DE ARTES GRÁFICAS.

Epígrafe	Descripción CNAE
21.2	Fabricación de artículos de papel y cartón (manipulados)
22.1	Edición
22.21	Impresión de periódicos
22.22	Otras actividades de impresión (excluidos los periódicos)
22.23	Encuadernación y acabado
22.24	Actividades de preimpresión: composición y fotograbado
22.25	Actividades auxiliares relacionadas con la impresión

Explicamos seguidamente con más detalle los epígrafes anteriores correspondientes al sector de Artes Gráficas:

- **22.1. Edición.** Aquí se incluyen las actividades de edición de todo tipo de productos: libros, periódicos, revistas, folletos, mapas, calendarios, carteles, fotos, grabados, etc.
- **22.21. Impresión de periódicos.** Impresión de diarios de todo tipo.
- **22.22. Otras actividades de impresión.** Este subgrupo comprende la impresión por medio de prensas, multicopistas, reproductoras controladas por ordenador, grabadoras de relieve, fotocopiadoras o termocopiadoras de todo tipo de productos: revistas y otras publicaciones periódicas, libros, partituras de música, mapas, carteles, billetes de banco, sellos de correos, timbres fiscales, documentos de propiedad, cheques, catálogos, prospectos, material de publicidad comercial, álbumes, agendas, calendarios y otros impresos comerciales, etc.
- **22.23. Encuadernación y acabado.** Esta actividad comprende, por un lado, el acabado de hojas impresas, como libros, folletos, publicaciones periódicas, catálogos, etc., mediante plegado, alzado, embastado, encolado, corte, estampado, etc., y por otro, el acabado de papel o cartón impreso, como formularios, anuncios comerciales, muestras, etiquetas, tarjetas, calendarios, anuncios por correspondencia, o prospectos, mediante plegado, estampado, taladrado, picado, perforado, grabado en relieve, punzado, o laminado.
- **22.24. Actividades de preimpresión, composición y fotograbado.** Aquí se sitúan actividades tales como la composición de texto e imágenes en película, papel fotográfico o papel normal, el fotograbado, el diseño y composición por autoedición, y la producción de caracteres, planchas, rodillos y cilindros de impresión, y otros soportes para impresión como fotolitos, pantallas para serigrafía, etc.
- **22.25. Actividades auxiliares relacionadas con la impresión.** En este subgrupo se incluyen el resto de las actividades de Artes Gráficas no incluidas en los subgrupos anteriores, como por ejemplo la producción de otros artículos de reprografía (láminas de producción en suspensión, bocetos, croquis, maquetas, etc.), o la preparación de datos digitales.

2. Descripción del sector de Artes Gráficas en España

2.1 El sector de Artes Gráficas en cifras (1)

En esta sección vamos a dar un panorama cuantitativo del sector de las Artes Gráficas en España, lo que nos permitirá tener una idea de su importancia y de la distribución de su actividad. Presentaremos en primer lugar la evolución temporal de los principales indicadores de actividad del sector de las Artes Gráficas en España en el periodo 1998-2002.

T2. EL SECTOR DE LAS ARTES GRÁFICAS EN EL PERIODO 1998-2002.

Año	1998	1999	2000	2001	2002
N. Empresas	11.594	11.694	11.866	12.166	12.391
N. Trabajadores	112.300	117.875	126.000	126.679	135.840
Consumo de materia prima (1)	2.218,3	2.369,2	2.394,1	2.330,5	2.424,2
Producción (2)	7.170	7.603	7.909	7.945	8.200
Inversión en maquinaria (3)	674,94	702,58	664,72	666,7	614,7
Importación de maquinaria (4)	605,82	626,62	578,05	611,98	474,44
% importación / inversión de maquinaria	89,76	89,19	86,96	91,79	77,18

(1) En millones de toneladas

(2) En millones de euros

(3) En millones de euros

(4) En millones de euros

Observando la tabla anterior puede constatarse un aumento constante de los índices que cuantifican el volumen de actividad del sector en el periodo de tiempo considerado. Es importante advertir, además, que si se observan las dos últimas filas de la tabla, la importación de maquinaria se lleva la mayor parte de la inversión total en maquinaria del sector. Esto es un claro indicativo de la dependencia tecnológica que el sector tiene con el exterior, en lo que respecta a la inversión en maquinaria. No obstante, el dato correspondiente al año 2002 parece mostrar una reducción significativa en esta dependencia.

En cuanto a la importancia del sector de Artes Gráficas en el volumen de la economía española, la siguiente tabla muestra los porcentajes de la actividad del sector, en tanto por ciento sobre el total nacional, en el periodo 1998-2002.

Vemos que se trata de porcentajes relevantes respecto al conjunto de actividades de la nación. Adicionalmente, de acuerdo con la clasificación de los principales sectores industriales del año

1 Los datos de esta sección están tomados del informe anual de la Federación de Industrias de Artes Gráficas (FEIGRAF) de 2003, suministrado por el Centro de Innovación Tecnológica de Artes Gráficas de Madrid, CIT-AGM.

2002, el sector de Artes Gráficas y de Manipulados de Papel y Cartón ocupa el primer puesto en cuanto a número de trabajadores y el décimo puesto en cuanto a cifra de negocio.

T 3. IMPORTANCIA PORCENTUAL DEL SECTOR DE LAS ARTES GRÁFICAS.

Año	1998	1999	2000	2001	2002
N. Empresas	0,654	0,653	0,644	0,653	0,63
N. Trabajadores	1,42	1,37	1,4	1,35	1,42
Producción	1,44	1,35	1,3	1,22	1,18
Inversión en bienes de equipo	1,5	1,44	1,46	1,47	1,41
Importación de maquinaria	3,2	3,4	2,48	2,78	2,45

La forma que habitualmente toma el negocio de Artes Gráficas en España es el la Sociedad de Responsabilidad Limitada, lo cual es coherente con el hecho de que un gran porcentaje de estas empresas es de carácter familiar o individual. En el sector de Artes Gráficas (excluyendo el sector de Manipulados de Papel y Cartón), un 60,2% de las empresas son Sociedades de Responsabilidad Limitada, un 12,5% son Sociedades Anónimas, un 19% se adscriben a Personas Físicas y el 8,3% restante responde a otras formas jurídicas.

Para dar una idea de las cifras de negocio, en la tabla que sigue se recogen las empresas más importantes del sector de las Artes Gráficas en España, atendiendo al volumen de ventas.

T 4. PRINCIPALES EMPRESAS O GRUPOS DE EMPRESAS DE ARTES GRÁFICAS EN ESPAÑA.

Nombre de la empresa o grupo	Ventas (millones de €)
Printer Industria Gráfica (Grupo)	306,12
Cobrhi S.L.	275,15
Fábrica Nacional de Moneda y Timbre	226,90
Quebecor Ibérica (Grupo)	119,19
Polestar Hispánica (Grupo)	112,40
Sun Chemical	72,66
Bic Graphic Europe	64,09
Grupo Amcor Flexibles Hispania S.A.	62,45
Eurohucro S.A.	60,01

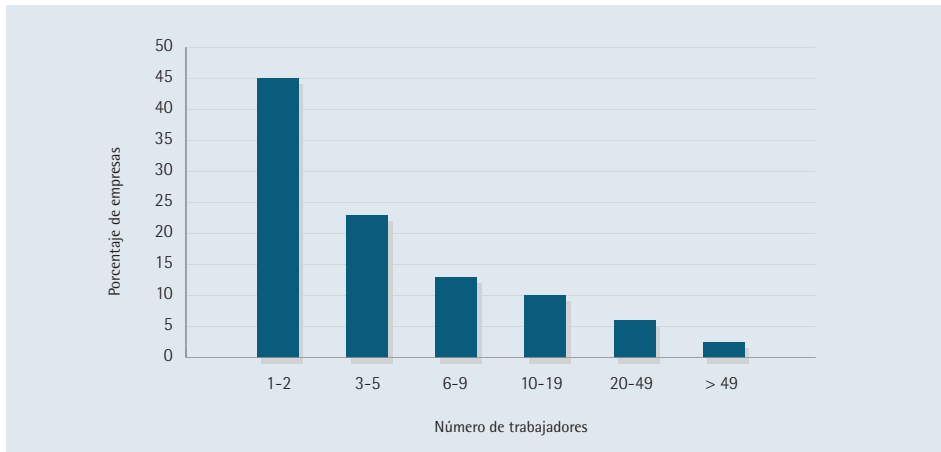
Fuente: Actualidad Económica "Las 5000 mayores empresas españolas", (Octubre 2004).

El carácter pequeño y muchas veces familiar de las empresas del sector de Artes Gráficas se pone aún más de manifiesto si observamos la siguiente figura con la distribución de porcentajes empresas en función del número de trabajadores.

Las cifras que siguen pueden dar una idea de la distribución de la actividad por comunidades autónomas. Con respecto a la distribución geográfica, cabe destacar que el grueso del porcentaje de las empresas de Artes Gráficas se sitúa en Cataluña (25,02%) y Madrid (23,72%).

Siguen Andalucía (10,22%), la Comunidad Valenciana (10,06%) y el País Vasco (6,41%). Ninguna de las restantes Comunidades Autónomas supera el 5% en el porcentaje de empresas.

FIGURA 1. *Distribución de empresas de Artes Gráficas en función del número de trabajadores.*



Atendiendo al número de trabajadores, Cataluña (28,6%) se sitúa a la cabeza, seguida de Madrid (27,9%), la Comunidad Valenciana (11,9%), Andalucía (6,7%) y el País Vasco (4,3%). Las restantes Comunidades Autónomas están por debajo del 3,5%.

Y en cuanto a la distribución de la producción por Comunidades Autónomas, Madrid (33,8%) se sitúa a la cabeza, seguida de Cataluña (30,7%), la Comunidad Valenciana (9,9%), Andalucía (4,8%) y el País Vasco (3,3%). El resto de las Comunidades Autónomas se sitúa por debajo del 3%.

Los anteriores porcentajes permiten concluir que las comunidades de Cataluña y Madrid son la sede de un mayor número de empresas del sector de las Artes Gráficas. El motivo es que estas dos Comunidades Autónomas son las que tienen una mayor concentración de empresas e instituciones de todo tipo, y en el sector de las Artes Gráficas se considera sumamente importante la cercanía física a los clientes, máxime cuando un gran volumen del negocio se concentra en empresas pequeñas y en muchos casos de carácter familiar, que funcionan con una clientela ya consolidada a la que en muchas ocasiones, conocen personalmente.

Otro aspecto importante a considerar es la valoración de las inversiones que se producen en el sector. Es de fundamental importancia la inversión en la adquisición de maquinaria, ya que de alguna forma permite cuantificar el esfuerzo que está haciendo el sector por adecuarse a las nuevas tecnologías. En la siguiente tabla puede verse la evolución de la inversión en los últimos cinco años, dividida por actividades dentro del sector de las Artes Gráficas. Los datos se refieren sólo a la importación de maquinaria, que, como vimos en la Tabla 1, corresponde a un porcentaje muy elevado del total de inversión en maquinaria.

Puede verse una tendencia a la baja en la inversión en la actividad de preimpresión. Destaca también la caída de la inversión del año 2002 con respecto al año 2001 (-22,47%) en total, debido a una crisis económica generalizada en ese periodo. Es significativo observar que en

dicho periodo, la formación bruta de capital fijo de las empresas del sector gráfico aumentó un 2,34%, que, junto con el dato de la caída de la inversión en maquinaria mencionado anteriormente se puede interpretar como un desplazamiento de la inversión hacia activos inmobiliarios.

T 5. EVOLUCIÓN DE LA INVERSIÓN EN EL SECTOR DE LAS ARTES GRÁFICAS.

	1998	1999	2000	2001	2002
Preimpresión	78	70,85	69,36	67,99	60,14
Impresión	385,18	384,08	353,77	384,29	273,23
Encuadernación	41,07	44,64	38,28	41,55	33,24
Manipulados de papel y cartón	101,4	127,04	117,65	118,15	107,84
Totales	605,75	626,62	578,07	611,98	474,44

Un pequeño análisis de las relaciones intersectoriales, nos permitirá estudiar el sector de las Artes Gráficas desde otros puntos de vista. Los principales proveedores de la industria de Artes Gráficas son:

- El propio sector, a través de relaciones de subcontratación, muy frecuentes en esta actividad.
- La industria del papel.
- La industria de tintas para impresión.
- La industria de los fabricantes de maquinaria y equipamiento de impresión.

En relación a los sectores clientes, en principio los productos gráficos van destinados a todo tipo de mercados. El sector es un proveedor de productos de divulgación, de productos de difusión de información, y de productos de ocio. En cuanto a la demanda, se ve fuertemente afectada por la renta disponible, el crecimiento de la actividad en el mundo de los negocios y la evolución de la demanda publicitaria.

El sector español de Artes Gráficas se caracteriza por su baja actividad exportadora. Se trata de una actividad realizada fundamentalmente por pequeñas y medianas empresas, en muchos casos de carácter familiar, y enfocada principalmente al mercado interior, existiendo una relación directa entre la demanda y la producción, ya que las imprentas trabajan fundamentalmente bajo pedido y suministran a empresas geográficamente cercanas.

Es importante comentar que el sector gráfico está sometido a una reestructuración debido desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Entre otras cosas, estas tecnologías pueden afectar al futuro de la producción basada en papel, aunque los cambios implícitos en ese proceso requerirán un largo período de maduración. En este contexto, la industria de las Artes Gráficas se enfrenta al desafío que suponen las nuevas tendencias y desarrollos del mercado de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, y consecuentemente tiene que ser capaz de responder con agilidad al aumento de la competencia, los rápidos cambios de los mercados, y el veloz desarrollo de estas nuevas tecnologías.

2.2 Aspectos relevantes del sector

Presentamos a continuación un pequeño análisis de los aspectos relevantes del sector de las Artes Gráficas español. En este análisis se han recogido algunos aspectos positivos y negativos, significativos desde nuestro punto de vista, que enmarcan la actividad del sector. Como aspectos negativos del sector o para el sector, cabe resaltar:

- *Empresas, en su mayor parte, de pequeño tamaño.* El primer punto que destaca al realizar un estudio empresarial del sector de las Artes Gráficas español, es que la mayor parte del tejido empresarial está formado por pequeñas y medianas empresas, en muchos casos de carácter familiar. En muchos casos el empresario es un antiguo trabajador del sector, que ha formado una empresa propia. Los recursos de estas empresas son limitados, lo que dificulta en gran medida la inversión en proyectos de innovación, calidad, formación, marketing, etc.
- *Deficiencias tecnológicas.* Como consecuencia en buena parte de la estructura expuesta en el punto anterior, muchas veces los responsables de estas empresas manifiestan reservas ante la implantación de las nuevas tecnologías, que realizan de forma muy cautelosa y valorando mucho los posibles riesgos. Como consecuencia, en muchas empresas se realiza poco esfuerzo en Investigación y Desarrollo, para introducir mejoras que permitan una mayor adaptación de los equipos adquiridos a sus necesidades. Aparecen desequilibrios tecnológicos y se produce una falta de homogeneidad de los recursos que se adquieren (por ejemplo, la maquinaria). No obstante, hay que decir que en las grandes empresas del sector sí se está notando un esfuerzo importante de modernización tecnológica.
- *Rápidos avances tecnológicos.* La introducción de las nuevas tecnologías ha revolucionado la actividad del sector y exige una evolución constante de las empresas tanto en términos de inversiones como de formación de profesionales cualificados. Tal es el caso de la rápida implantación de las tecnologías Computer to Plate (CTP) e impresión digital directa, de las que hablaremos posteriormente.
- *Dependencia tecnológica del exterior.* Los grandes fabricantes de equipos de Artes Gráficas están en el exterior (principalmente en Francia, Alemania y Suiza). Como veíamos en las tablas correspondientes a las cifras de inversión en maquinaria, la mayor parte de la inversión corresponde a importaciones. Ello hace a la industria muy vulnerable respecto la situación, estabilidad y política de precios de las grandes empresas suministradoras. Es una situación que no parece que tenga perspectivas de cambiar en España, debido a las enormes inversiones necesarias para crear una empresa suministradora de tecnología básica en este campo, que además tendría que enfrentarse a la competencia de empresas ya muy conocidas, valoradas y consolidadas.
- *Nacimiento de nuevos productos y aplicaciones.* En este punto es interesante resaltar la influencia que en el modelo de negocio del sector pueden tener la introducción de la impresión digital directa, del libro electrónico, del papel electrónico o de los almacenes virtuales. A medida que los consumidores se vayan familiarizando con las nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, es de esperar que se incremente la sustitución del producto impreso por el producto electrónico. No obstante, se trata de un efecto a medio o largo plazo, ya que el soporte tecnológico ligado a algunas de esas aplicaciones (el libro electrónico, el papel electrónico, etc.) todavía está en fases de desarrollo y comercialización

muy tempranas. Es fundamental la capacidad de reacción de las empresas frente a este cambio para evitar que otras compañías más dinámicas invadan sus nichos de mercado.

- *Escasez de recursos de las pymes del sector.* Consecuencia de la estructura empresarial comentada en el primer punto, las pymes de Artes Gráficas tienen mayores dificultades de acceso a recursos ajenos y a la utilización de créditos y programas de ayudas, en muchos casos debido al desconocimiento de su existencia (carecen de departamentos o de personal encargado de la búsqueda y el seguimiento de las ayudas). Esa situación dificulta en gran medida los proyectos de inversión necesarios para mantenerse al día en términos de innovación y desarrollo tecnológico, formación, etc.
- *Carencias formativas de los trabajadores.* El sector español presenta un menor nivel en la formación de sus trabajadores en comparación con otros países, aspecto que incide directamente en su productividad.

Comentamos seguidamente algunos aspectos positivos y posibilidades del sector español de las Artes Gráficas:

- *Capacidad de adecuación tecnológica.* Hay empresas del sector, sobre todo entre las grandes empresas, que han demostrado una gran capacidad de adaptación, y han realizado y siguen realizando un gran esfuerzo inversor en tecnología, para no desfasarse con respecto a sus homólogas europeas.
- *Rápida adaptación de la capacidad productiva.* El sector presenta una gran capacidad de reacción frente a los incrementos y variaciones de la demanda, aspecto ligado por una parte a la estructura empresarial del sector, fundamentalmente formado por pymes, con una inercia considerablemente menor que las grandes corporaciones, lo que facilita su adaptación a entornos de necesidades cambiantes. Mantiene además un nivel de calidad en sus servicios que es absolutamente competitivo con respecto a su sector homólogo en Europa y en el resto del mundo.
- *Iniciativa y capacidad de decisión propia.* La estructura empresarial basada fundamentalmente en pequeñas y medianas empresas del sector de Artes Gráficas español, ya comentada anteriormente, facilita la existencia de un gran dinamismo de las empresas y de un apreciable espíritu emprendedor, con iniciativas que fomentan su desarrollo. Esa característica se potencia además con una importante capacidad de decisión propia en el sector, lo que fomenta a su vez su dinamismo.
- *Posibilidad de desarrollo propio de actividades de I+D y de formación.* Actividades orientadas sobre todo a la mejora de los procesos productivos. La I+D de los procesos productivos es realizada fundamentalmente por los proveedores de maquinaria, en su mayor parte extranjeros, aspecto que es muy difícil cambiar, como comentábamos en un punto anterior. Sin embargo, sí es posible realizar esfuerzos para reducir la dependencia de sus servicios técnicos (prever las necesidades de mantenimiento y formar al personal técnico especializado para acometer reparaciones o adaptaciones básicas), y realizar pequeñas modificaciones controladas para adecuar la maquinaria a las características particulares de la empresa o para introducir mejoras sencillas, con el objetivo de mejorar el rendimiento. En cuanto a la formación del

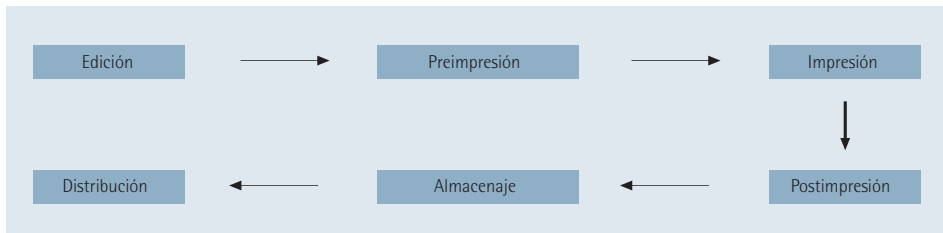
personal, ésta debe ser entendida como una actividad global y constante, incluyendo tanto a la estructura directiva y comercial como a los operarios. La actualización de los conocimientos del personal de la empresa es fundamental para su adaptación al desarrollo tecnológico y a las necesidades de sus clientes.

- *Especialización y diferenciación de la actividad empresarial.* La estrategia de la especialización permite a la empresa mejorar la productividad y la calidad de su producto, ajustando su actividad a las necesidades de sus clientes, al mismo tiempo que actúa como defensa ante nuevos competidores. Por otra parte, es claro que la oferta de servicios diferenciados es un factor clave en el incremento de la competitividad de las empresas. Por ejemplo, el diseño es un factor que adquiere cada vez más importancia en las actividades de Artes Gráficas, ya que los clientes exigen no sólo calidad de impresión, sino también calidad en el diseño de la composición gráfica. Esto abre oportunidades de diferenciación para el sector de Artes Gráficas, pero exige contar con profesionales cualificados en este campo. En todo caso, requiere una inversión más moderada y con más posibilidades que la creación propia de empresas de fabricación de maquinaria de impresión, como se ha comentado anteriormente.
- *Estrecho contacto con el cliente.* Como ya hemos dicho, en muchos casos las empresas de Artes Gráficas son pequeñas y familiares, y están muy cercanas al cliente, al que en muchas ocasiones conocen personalmente. Esto facilita ofrecer un buen nivel de servicio (atención personalizada, asistencia técnica urgente y de calidad, cumplimiento de los plazos, etc.).
- *Potenciación de las asociaciones empresariales.* Las potenciación de las asociaciones empresariales puede ofrecer muchas ventajas a las empresas del sector a través de diversas iniciativas: organización de foros, representación colegiada ante las Administraciones, soporte e infraestructura para la petición de ayudas y subvenciones, formación, etc. En definitiva, permiten a las empresas mantenerse en contacto con el mercado y con otros empresarios del sector. La asociación posibilita también abordar proyectos conjuntos que no serían viables de forma individual. En el caso del sector de Artes Gráficas se plantea la oportunidad de potenciar especialmente las acciones relacionadas con la asistencia a ferias nacionales e internacionales, como la DRUPA. Además, dada la reducida dimensión media de las empresas del sector, puede ser beneficioso alcanzar acuerdos con otras empresas, especialmente entre aquellas que ofrecen servicios complementarios a la empresa propia. Pueden también establecerse relaciones de subcontratación para poder abordar una serie de actuaciones como por ejemplo la compra conjunta de materias primas para conseguir mejores precios, la ya citada petición de ayudas y subvenciones, etc.

3. Descripción y evolución de los procesos productivos del sector

3.1 Descripción de los procesos productivos

A continuación, definiremos y explicaremos brevemente las diferentes actividades que forman el proceso productivo del sector de las Artes Gráficas. En la figura que sigue se muestra el esquema del proceso productivo.

FIGURA 2. *Proceso productivo en el sector de Artes Gráficas.*

Aquí nos ocuparemos fundamentalmente de las etapas que van desde la edición a la postimpresión, características de este sector productivo. No consideraremos por tanto la distribución ni el almacenaje, que son comunes a otros muchos sectores y que están más relacionadas con el campo de la logística.

La siguiente tabla detalla las actividades que se realizan en las fases del proceso productivo de la figura anterior.

T 6. ACTIVIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL SECTOR DE ARTES GRÁFICAS

Fases del proceso productivo	Actividades o procedimientos
Preimpresión	Fotocomposición Fotomecánica Fotograbado Maquetación y diseño, digitalización Edición electrónica
Impresión	Tipografía Offset Calcografía Huecograbado Relieves Flexografía Serigrafía Impresión digital
Postimpresión	Encuadernación industrial Acabados
Editorial	Periódicos, libros, varios

A continuación describiremos brevemente en qué consisten las fases mencionadas en la tabla anterior.

- **Preimpresión.** Inicialmente, se refería al proceso de fotocomposición (confección definitiva del texto y creación de la película). Se incluían también las empresas fotomecánicas, que combinaban en el montaje las operaciones fotográficas y mecánicas. En la actualidad, la implantación de las nuevas tecnologías ha alterado considerablemente los procesos que se realizan en esta fase. Destacamos la *edición electrónica*, que mediante ordenadores personales

y paquetes software adecuados, permite realizar la maquetación y la inserción de las ilustraciones, resultando un producto que en algunos casos puede incluso ser impreso directamente. En la mayor parte de los casos, no obstante, el resultado de la edición electrónica se inserta en la cadena del proceso productivo sirviendo, por ejemplo, para la creación de los soportes intermedios como fotolitos. Tradicionalmente, las actividades que se deben desarrollar en el proceso de preimpresión son:

- Obtención de los textos a imprimir y realización del control de la calidad de los mismos (*preflight*).
 - Obtención de las imágenes a imprimir y realización del control de la calidad de las mismas (*preflight*).
 - Montaje de textos y gráficos en páginas completas y de las páginas en pliegos adecuados a la forma impresora (imposición).
 - Obtención de los fotolitos y de las formas impresoras.
- **Impresión.** Es el proceso de impresión de la información directamente sobre el soporte utilizando tintas específicas para cada procedimiento. Los procedimientos más importantes que se utilizan son:
 - *Tipografía.* Emplea formas en relieve, que se impregnan con tinta y la depositan, directamente y por presión, en el soporte a imprimir. Es un método que tiende a estar en desuso.
 - *Offset.* Es el procedimiento que más se utiliza. La impresión *offset* se inició hace unos 120 años y se generalizó rápidamente, en especial en los setenta, representando una alternativa a la tipografía y una mejora considerable de la calidad en la impresión. En la técnica *offset*, la información del fotolito sirve para entintar selectivamente un rodillo (en rotativas) o un plano (en máquinas de pliegos) con la información de cada uno de los colores. Actualmente se encuentra en evolución, con la aparición de los sistemas *Computer To Plate* (CTP), de la que hablaremos posteriormente, y la técnica de *offset waterless*, que imprime sin agua y sin alcoholes. Aparte del ahorro que representa, el sistema de impresión *waterless* tiene ventajas adicionales, como el incremento del espacio de color y mejora de contraste, una impresión más nítida y mejores detalles en las sombras. Además, la impresión *offset waterless* es más ecológica.
 - *Huecograbado.* En este procedimiento la imagen a imprimir se graba previamente en bajorrelieve en un cilindro. La tinta se almacena en los huecos de dicho cilindro y posteriormente se transmite al soporte. Posee muy buenas prestaciones, entre las que podemos citar la rapidez, la gran calidad, la excelente reproducción de las imágenes con colores sumamente brillantes, y un importante ahorro de papel y reducción de material de desecho. No obstante, los costes de confección de las formas de impresión son elevados, lo mismo que el de las rotativas. La gran calidad del huecograbado y su coste son factores que hacen que este sistema se destine a tipos de impresión que se distinguen por su calidad y volumen de tirada. Incluso se puede aplicar en campos en donde tradicionalmente se utiliza otro sistema.
 - *Flexografía.* En este procedimiento, a diferencia de otros sistemas de impresión, se trabaja con soportes compresibles, como planchas de fotopolímero. Estos soportes están sujetos a

los cambios de temperatura y pueden cuartearse. Es decir, su vida es limitada. Además, el montaje de las planchas sobre los cilindros requiere experiencia. No obstante, su economía ha hecho que progrese con rapidez. De sistemas sencillos que servían para imprimir en soportes plásticos, se ha pasado a máquinas y sistemas automatizados que imprimen cuatricomías de calidad notable a 300 m/min. Es un sistema que se encuentra en fase de crecimiento, del orden del 8% anual, con grandes posibilidades una vez se alcancen unos niveles calidad-coste que sean competitivos.

- *Serigrafía*. Este procedimiento utiliza una malla de tejido fino. La aplicación selectiva de la tinta se obtiene mediante el tapado de zonas de la malla con una emulsión que se endurece en las zonas que no deben presentar una determinada tinta. La tinta pasa por las mallas mediante presión con una regleta. Es un sistema muy flexible ya que permite imprimir en casi cualquier tipo de soporte y prácticamente sobre cualquier superficie, plana, redonda, cilíndrica... Se usa, por ejemplo, en parabrisas de coches, circuitos impresos, CD, botellas, PVC, papeles pintados, etc. La serigrafía ha pasado de ser un sistema de impresión en donde se admitían trabajos de menor calidad, a convertirse en una de las industrias más avanzadas del sector gráfico. La impresión digital, que prácticamente no existía, se introdujo hacia finales de los noventa como una respuesta a las necesidades planteadas por la impresión de cartelería de gran tamaño (*stands*, decorados, lonas para edificios en rehabilitación, publicidad...). Los impresores de carteles, hace unos cuatro años, se vieron en la necesidad de atender las nuevas necesidades de este nicho de mercado, respondiendo con celeridad a las demandas de los clientes de confeccionar varios miles de ejemplares en muy pocos días, consiguiéndolo gracias a los *plotters* o impresoras de chorro de tinta que pueden trabajar a una anchura de 5 m.
- *Impresión digital*. Es una tecnología con grandes posibilidades. Se trata de la generación del producto final utilizando impresoras láser o *plotters* de alta calidad. Está en desarrollo, e introduciéndose paulatinamente en otros procedimientos, como la serigrafía, según acabamos de ver. Actualmente, todavía no es totalmente competitivo en calidad-precio con otros sistemas para grandes tiradas, pero tiene la ventaja de la flexibilidad y de sí ser competitivo para tiradas pequeñas, impresiones "a la carta", etc.
- **Postimpresión**. Comprende los procesos de encuadernación (en cartoné, en rústica, con cosido lateral, etc.) y acabado (plastificado, plegado, hendido, corte, perforación, guillotinado, engomado, enfajado, retractilado, paletizado, etc.).
- **Editorial**. Se corresponde con el subgrupo 22.1 (edición) de la CNAE. En él se incluyen todas las actividades de edición de periódicos, revistas, libros, folletos, catálogos, etc. La descripción de las actividades comprendidas en este subsector refleja la existencia de importantes diferencias en los productos y, por tanto, en la tipología de las empresas que los producen. En ese sentido, dentro de este subsector se pueden diferenciar tres grandes especialidades:
 - Empresas cuya actividad se centra en la edición de diarios, periódicos o revistas periódicas.
 - Empresas que se dedican de forma exclusiva o principal a la edición de libros, catálogos, guías, etc.
 - Empresas dedicadas a la edición de grabados, imágenes, tarjetas, folletos y otro tipo de ediciones (calendarios, sellos, etc.).

3.2 Evolución de los procesos productivos

El sector de las Artes Gráficas ha sufrido un fuerte impacto, consecuencia de la revolución digital. La rapidez y universalidad de las comunicaciones, la ganancia de protagonismo de los procesos que los autores realizan en sus ordenadores personales, el abaratamiento de los costes de la preimpresión, y muchos otros factores están influenciando notablemente el proceso "tradicional" de realización de tareas de impresión, y demandan de empresarios y profesionales del sector de Artes Gráficas una fuerte capacidad de adaptación a estos nuevos modos de trabajo.

En la actualidad, el avance de las tecnologías digitales ha superado ya a la etapa de preimpresión y se ha adentrado en las etapas posteriores del ciclo productivo. En lo que respecta a las empresas puramente de impresión, la influencia se hace notar en una disminución de los pedidos, como consecuencia de la incorporación de la impresión en las empresas que tradicionalmente se dedicaban sólo a la preimpresión, y por la solicitud de disminución de las tiradas, lo que exige medios para posibilitar su viabilidad económica, mediante medios de impresión alternativos, como por ejemplo, la impresión digital. En este contexto, la evolución de las empresas puede orientarse hacia (posibilidades no excluyentes):

- Elaboración de nuevos productos de tiradas cortas, realizados con medios digitales.
- Utilización de equipos convencionales, pero con modificaciones en los procesos de preimpresión, con objeto de hacerla más flexible, estándar y económica, y adecuación de la impresión para que sean económicamente viables tiradas más cortas. Esta alternativa exigirá la modificación de los procesos y la implantación de nuevas tecnologías. Por ejemplo, en el *offset* exigirá la implantación directa de las imágenes desde el ordenador a la forma impresora (*Computer to Plate*, etc...).

Los principales aspectos que van a marcar la evolución de los procesos de Artes Gráficas motivados por la implantación progresiva de las TIC son:

- *Desprofesionalización de la preimpresión.* Esta evolución está marcada en buena medida por la existencia a precios muy asequibles de productos software que permiten la creación de un producto semiprofesional por parte del autor directo del documento. Este producto ya puede llevar incorporadas una buena parte de las tareas tradicionales de la preimpresión.
- *Reducción de los costes de la preimpresión.* Como consecuencia del punto anterior, y de una mayor flexibilidad y estandarización de las tareas de preimpresión, se han rebajado los costes de esta parte del proceso.
- *Tiradas más cortas.* Los pedidos de tiradas más cortas son consecuencia de la percepción por parte de los consumidores de productos gráficos de su viabilidad tecnológica, además de la mayor frecuencia de actualización de la información que demanda la sociedad actual. Tradicionalmente, la viabilidad económica de las tiradas cortas dependía del coste de la preimpresión y, en el caso del *offset*, de los costes iniciales (preparación de la máquina). Como hemos comentado en el punto anterior, el coste de la preimpresión se ha reducido, y las nuevas tecnologías de impresión de formas desde el ordenador están permitiendo la reducción

del segundo factor del coste, con lo que las tiradas cortas están empezando a ser económicamente viables.

- *Impresión bajo demanda.* Consecuencia de que la reducción de precio de las primeras tiradas acerca su precio al de las tiradas posteriores.
- *Uso generalizado de las redes de comunicaciones.* En la actualidad, sobre todo en la etapa de preimpresión, está generalizándose el intercambio de trabajos en forma digital, a través de Internet. Las tareas de corrección de textos, aprobación de pruebas, seguimiento de las tareas de impresión, etc., se realizan cada vez más por esa vía. Hay que mencionar también las posibilidades que ofrece este medio para la contratación de trabajos, ofertas y solicitudes, creación de portales específicos de Artes Gráficas y el comercio electrónico en general (aceptación de pedidos, pagos, etc.), así como para las actividades de promoción, publicidad y *marketing* electrónico.
- *Generalización de los productos multimedia.* La aparición y avance imparable de la edición en CD y DVD, como complemento e incluso como sustitución del libro impreso abren nuevas posibilidades en la cadena de valor tradicional del libro, como veremos posteriormente.
- *Aparición de nuevos soportes.* El libro electrónico y el papel electrónico pueden cobrar protagonismo en un futuro no muy lejano, alterando las formas tradicionales de negocio del sector de las Artes Gráficas. Este punto, junto con el anterior, han hecho cambiar la forma en que los contenidos editados pueden llegar al usuario. La forma impresa en papel pasará a ser una forma más (posiblemente con mayor preponderancia, al menos al principio), pero que tendrá que coexistir con los nuevos soportes. El sector de Artes Gráficas tendrá que escoger entre competir con ellos o coexistir en cooperación.

3.3 Evolución de los tipos de empresas

El panorama que hemos expuesto, en cuanto a la evolución de los procesos de las Artes Gráficas, sugiere que las empresas deberán adaptarse para hacer frente a los cambios. Comentaremos ahora los aspectos en los que deberían evolucionar las empresas de Artes Gráficas, de acuerdo con las partes del ciclo productivo que incluyan en su actividad.

3.3.1 Empresas con actividad en preimpresión

Una de las tendencias que más han influido e influyen en esta actividad de las empresas es el traslado de las actividades tradicionalmente de preimpresión, que ahora son realizadas por el propio autor, diseñador o quedan englobadas en una empresa mixta de preimpresión-impresión. El campo de la preimpresión se separa por tanto de los aspectos creativos y se centra en los aspectos de servicios. Las empresas que se dediquen al campo de la preimpresión deben admitir que parte de sus tareas actuales serán asumidas por los propios clientes, y deberán por tanto concentrar sus esfuerzos en mejorar su productividad, proporcionar servicios de calidad (por ejemplo, seguimiento *on-line* por parte de los clientes de sus tareas de impresión) que les permitan una diferencia competitiva, en asegurar la estandarización y en aprovechar sus conocimientos de las diversas técnicas de impresión y en la forma de manejar los colores.

En este nuevo contexto, los profesionales de la preimpresión deben ganar conocimientos y experiencia en el manejo de las posibilidades de las nuevas tecnologías, como por ejemplo:

- Deben conocer las posibilidades de servicios basados en las telecomunicaciones.
- Deben conocer y manejar los paquetes software de ayuda en las tareas de preimpresión.
- Deben ser capaces de generar procesos de preimpresión estándar, de forma que los resultados de la preimpresión se puedan aplicar sin modificaciones (o con modificaciones mínimas) para todos los posibles procesos posteriores (*offset*, huecograbado, flexografía, impresión digital, etc.).

Por último, no hay que perder de vista que los nuevos productos electrónicos (nuevos soportes, papel electrónico), y su evolución pueden tener una influencia decisiva en la modificación de las formas de trabajo y los objetivos de las tareas de preimpresión. Las empresas de preimpresión tienen así la oportunidad de adquirir un *know-how* en la gestión de contenidos digitales, concentrando su negocio en la preparación y canalización de la información de impresión a una de estas tres modalidades (o varias):

- Impresión tradicional.
- Impresión digital.
- Impresión en soporte magnético, óptico o de tipo flash.

3.3.2 Empresas con actividad en impresión

Las empresas que desarrollen actividades de impresión deberán acomodarse a los pedidos de impresiones de baja tirada o impresiones a la carta que demandarán los usuarios, conocedores de las posibilidades tecnológicas.

En ese sentido, es fundamental implantación en las empresas del *Computer To Plate*, *Computer To Print* o impresión digital directa, que irán ganando en calidad y permitirán acometer una mayor especialización y reducir las condiciones que la estructura anterior imponen sobre los costes de los servicios de impresión.

Adicionalmente, en las empresas de servicios integrales, comprendiendo la preimpresión y la impresión será fundamental la inversión en la adquisición e implantación de un sistema integral de gestión de trabajos de impresión, basado en el estándar JDF o bien realizado "a medida", que permita aumentar la productividad y optimizar los flujos de trabajo, con el consiguiente incremento en la competitividad.

3.3.3 Empresas editoriales

La actividad fundamental de las empresas editoriales es la gestión de la creación y distribución de productos de información, fundamentalmente de libros y revistas.

La aparición de los nuevos soportes y de nuevos canales de difusión condiciona enormemente la actividad de las empresas de este sector. Hablamos concretamente de la aparición y evolución

futura del libro electrónico y del papel electrónico, de la aparición de nuevos soportes de distribución de libros (CD, DVD, memorias *flash*,...) y de la posibilidad de la descarga directa de libros por los usuarios utilizando Internet. Aparte de los cambios estructurales que las empresas editoriales deben afrontar como consecuencia, surge el problema adicional de la gestión adecuada de los derechos de autor, que se ve alterada por la facilidad de difusión y copia de los contenidos en formato digital.

Las posibilidades de la impresión bajo demanda de tiradas muy cortas es otro de los factores que alterarán la estructura de las empresas editoriales. Esto afectará fundamentalmente a las obras de carácter muy especializado o de difusión más restringida, y permitirá disminuir los riesgos asociados una elevada inversión con un alto número inicial de ejemplares que luego quedan almacenados en *stocks*, o son devueltos por los comercios a la editorial, y quedan sin posibilidad de salida comercial.

4. Situación del sector de Artes Gráficas respecto a las nuevas tecnologías TIC

Las nuevas tecnologías han introducido modificaciones en la relación entre las empresas de Artes Gráficas y sus clientes. En efecto, los nuevos sistemas, especialmente los referidos a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) han cambiado el panorama, sobre todo en el terreno de la preimpresión. Piénsese, como ejemplo, en la fácil intercomunicación actual a la hora de transmitir originales, pruebas, imágenes, etc., en relación los métodos convencionales que hace pocos años se utilizaban. También cabe resaltar la introducción de nuevos sistemas computer to (*Film, Plate*, etc.) que sustituyen a las fases intermedias tradicionales del proceso de producción. La propia actividad del sector de Artes Gráficas hace imprescindible una evolución y adaptación constante para la implantación de nuevas tecnologías que incrementen la productividad y la competitividad de las empresas.

De forma muy general, podemos resumir el impacto de la implantación de las nuevas tecnologías TIC en las Artes Gráficas (y en muchos otros sectores) en dos grandes revoluciones:

- La introducción de las nuevas tecnologías informáticas, que comienza en los años ochenta, y que ha conducido gradualmente (proceso ayudado por la reducción de precio, aumento de prestaciones y reducción de tamaño de los ordenadores) al uso masivo del ordenador en todas las fases del proceso productivo (con mayor énfasis en la etapa de preimpresión). En dos décadas, la aplicación de la informática ha introducido profundos cambios en los procesos de las Artes Gráficas. La introducción del ordenador ha modificado la realización de ciertas actividades, llegando a hacer desaparecer prácticamente diversos procesos (y oficios) que anteriormente eran imprescindibles en el proceso productivo.
- La introducción de nuevas tecnologías de comunicaciones, que culmina en los años noventa con la globalización del acceso a Internet, ha influido grandemente en el sector, haciendo aparecer procesos de globalización y de deslocalización. Hoy en día no es de extrañar que las fases de diseño y preimpresión se realicen procesando y transmitiendo información en y desde lugares geográficos muy distantes. Ello hace aparecer la necesidad de la homogeneización de la información transmitida, y abre las puertas a nuevas posibilidades, como el libro electrónico

o los servicios de impresión bajo demanda y "a la carta", y el comercio y marketing electrónicos, como una nueva forma de relación con los clientes y proveedores.

Las dos grandes revoluciones mencionadas anteriormente son de carácter general, y han afectado a otros muchos sectores, además de a las Artes Gráficas. Pero en este sector, hay que añadir otros cambios importantes, motivados por la implantación de procesos derivados de las nuevas tecnologías:

- *La aparición del Computer to Plate (CTP)*, que permite pasar del ordenador directamente a la forma impresora, desapareciendo el fotolito.
- La continua mejora de los sistemas de impresión digital que permiten hablar ya hoy en día del *Computer to Print*, es decir, directamente del ordenador a la impresión en el soporte, eliminándose incluso la forma impresora. La impresión digital, en sus diferentes variantes, (xerografía, impresión digital *offset* D.I., y equipos de chorro de tinta empleados en el sector serigráfico), ha irrumpido con fuerza en España existiendo actualmente *plotters* de 2 m a 5 m de ancho. La impresión digital ha experimentado un gran auge en los dos últimos años, en especial para la impresión de vallas, carteles y decorados de gran formato.
- La aparición de sistemas integrados de control y gestión de trabajos de impresión, como los basados en el estándar JDF, de carácter global, aplicables a toda la cadena de valor, y que permiten un seguimiento de las tareas de impresión, una optimización en la gestión de los recursos y de la información de costes, clientes, estado de trabajos, facturación, etc.

Revisaremos a continuación el estado de implantación de las nuevas tecnologías en diversos aspectos de interés del proceso productivo del sector de las Artes Gráficas.

4.1 Preimpresión

4.1.1 Adecuación de los originales digitales

En la actualidad se pueden considerar completamente implantados en las empresas los sistemas de edición gráfica, que permiten realizar directamente la maquetación o ajustar las características del archivo suministrado por el cliente a las necesidades del sistema de impresión. No obstante lo anterior, existen todavía problemas de adaptación del formato que entrega el cliente con los formatos adecuados para introducir el trabajo en el proceso productivo (problemas de resolución, mapas de color, tolerancias, etc.). En muchas empresas el proceso de adaptación o transformación del archivo suministrado por el cliente (proceso denominado *preflight*) tiene una fuerte componente manual, mediante comunicación directa entre el cliente y la empresa de Artes Gráficas. Esto tiene como consecuencia un incremento del tiempo de realización de las tareas en un factor muy variable (de acuerdo con datos de algunas encuestas, entre 5 minutos y 5 horas), existiendo además el problema adicional de a quién es imputable económicamente ese tiempo. Es necesario en este caso una mayor implantación y difusión de herramientas informáticas estándar que automaticen el proceso y que se integren con un sistema integrado de flujos de trabajo.

De acuerdo con la *Graphic Arts Technical Foundation* de EEUU, los diez principales problemas encontrados en los procesos de verificación inicial de los archivos digitales entregados por los usuarios, en orden de frecuencia, fueron (2):

1. Fuentes cuyos programas faltan o que están incorrectamente descritas.
2. *Trapping* de preimpresión no aplicado o aplicado incorrectamente.
3. Definición incorrecta del color contenido en el fichero.
4. Escaneados entregados en un formato de archivo incorrecto.
5. Compaginación incorrecta o parámetros de página mal expresados.
6. Gráficos no enlazados correctamente con el documento.
7. Sangrados no definidos o mal definidos.
8. Falta de entrega de una prueba láser, necesaria para evitar falsas interpretaciones.
9. Falta de algunos de los gráficos que precisa el documento.
10. Resolución no adecuada de las imágenes escaneadas.

A los problemas anteriores, una encuesta realizada en España añadió (3):

- Degradados mal aplicados.
- Diferentes versiones de software.
- Tamaño erróneo de las ilustraciones.
- Mezcla de ficheros, con presencia de algunos que no debían ser incluidos.
- Efectos de sombra mal aplicados.
- Ausencia de archivos específicos.
- Formatos no interpretables.
- Imágenes de línea expresadas como escala de grises o color.
- Mal emplazamiento de imágenes.
- Ángulos de trama incorrectos.

La solución a este problema sólo admite dos posibilidades (que no deben verse como excluyentes):

- Una educación progresiva de los clientes y de los profesionales de las Artes Gráficas, con la doble vertiente de la formación en el uso de las posibilidades de la edición digital, y la creación de estándares que deben cumplir los originales digitales.
- Uso de tecnologías (*software*) que realicen de forma automática una buena parte del proceso de *preflight*. Algunos programas de *preflight* son:
 - *Quickcheck*, *Download Mechanic Pro*, y *EZ-PDF*, información en www.acquiredknowledge.com.
 - *PreflightPro*, información en www.extensis.com.
 - *DoubleCheck*, y *CheckUp*, información en www.enfocus.com.
 - *Crackerjacks*, *Crackerjack Pilot* y *OPI Doctor*, información en www.lantanarips.com.
 - *Markzscout* y *Flightcheck*, información en www.markzware.com.

(2) Información extraída del informe "Technofocus, Innovación Tecnológica en el Sector de las Artes Gráficas", Centro de Empresas de Innovación de Navarra.

(3) Información extraída del informe "Technofocus, Innovación Tecnológica en el Sector de las Artes Gráficas", Centro de Empresas de Innovación de Navarra.

4.1.2 Los sistemas Computer To Plate

Sin duda la gran revolución en la preimpresión la ha constituido la introducción del *Computer to Plate* (CTP), que permite el paso directo de los archivos en formato informático a la forma impresora (plancha). Con esto se evitan los procesos manuales en el trazado del montaje, en la imposición y en la colocación de señales de impresión, con lo que se reduce el tiempo de preparación y los ajustes a realizar. Esta optimización de tiempos permite abaratar costes y hacer viables económicamente tiradas más cortas.

Existen dos variantes principales de este sistema:

- Aquellos en los que se obtiene físicamente una plancha, que una vez utilizada se desecha.
- Aquellos en los que de hecho desaparece la plancha, ya que se trabaja directamente sobre el propio cilindro de impresión, mediante transferencia térmica o pulverización.

Un paso clave en esta tecnología es la realización del proceso denominado imposición digital de las páginas. Los programas de imposición digital ya se utilizaban en la tecnología previa al CTP, el CTF (*Computer To Film*). Estos programas se encargan de recopilar los diversos archivos que componen las páginas de un documento, teniendo en cuenta su orden adecuado y las "imponen" en su posición correcta, la que llevarán en la plancha. Al realizar la imposición debe tenerse en cuenta cómo se va a realizar el doblado y cortado de la hoja impresa por la plancha tras la impresión.

Algunos ejemplos de programas de imposición son:

- *Imposition Publisher*, información en www.farrukh.co.uk.
- *Impostrip*, información en www.ultimate-tech.com.
- *PlatePlanner*, información en www.gtbc.co.jp/english/product/bitthrough/plateplanner.html.

La tecnología CTP representa la evolución natural de la tecnología previa CTF (*Computer To Film*). En esta última, se sigue manteniendo el paso intermedio de la película. El avance en la tecnología CTP ha sido constante, y su implantación industrial ya es generalizada. Con un parque de equipos en las diversas versiones cercano a las 8.000 unidades en el mundo y con previsiones de llegar a las 17.000 a finales del 2005, el CTP se considera ya definitivamente implantado en el mercado gráfico, tanto a escala de las grandes empresas, las primeras en incorporarlo, como de las pymes. Las tres empresas que destacan entre los fabricantes de maquinaria gráfica en *offset* (*Heidelberg*, *MAN-Roland* y *KBA*) conscientes de la importancia del CTP, la han incorporado en sus líneas de fabricación.

En estos últimos años ha habido un cambio sustancial en la decisión de compra de quienes incorporan un CTP a su negocio. Al principio, debido a los altos precios, fueron las grandes empresas de impresión quienes los adquirieron (un 25% en Europa y un 50% en EE UU), mientras que las antiguas fotomecánicas tenían un 20% de estos equipos en ambos continentes y un 15% se instalaron en pequeñas y medianas empresas. En la actualidad, sin embargo, se ofrecen equipos más moderados de precio, lo que permite a las pymes su adquisición. Así, el año pasado el parque de CTP creció un 50% y se espera que siga aumentando un 95% hasta el 2005.

Las ventajas del uso del CTP son múltiples:

- Al prescindirse del filmado, se evitan también los procesos de prueba y montaje que se venían realizando manualmente, lo que redundaba en el ahorro de tiempos, disminución de errores y aumento de la productividad mencionados anteriormente.
- Se optimiza el flujo de trabajo, y aumenta la automatización del proceso abriéndose la puerta a la implantación de sistemas integrales de gestión de flujos de trabajos de impresión.

4.2 Impresión

El siguiente paso en la evolución de los sistemas de impresión es la impresión directa desde el ordenador omitiendo los pasos intermedios de la película e incluso de la plancha. La revolución en esta fase del proceso productivo se produce con la popularización de los sistemas de impresión digital directa, que incorporan una serie de prestaciones ventajosas: gran abanico de aplicaciones, flexibilidad, efectividad y múltiples posibilidades, como la personalización de los productos impresos. En la actualidad hay más de 30 sistemas básicos que se conocen como "impresión digital" diferenciándose entre sí por los formatos de cada uno de los modelos, los rendimientos, las variantes respecto a la calidad y los fabricantes. Los primeros sistemas de este tipo se presentaron comercialmente en 1993 y se empezaron a utilizar a nivel empresarial en 1995.

Se trata de una modalidad de impresión en franca expansión, con un crecimiento del orden del 18% anual. Hay estudios que pronostican que la impresión digital habrá captado en el 2010 entre el 25 y el 45% del mercado de la impresión.

La impresión digital directa presenta múltiples ventajas frente a los sistemas tradicionales (*offset*):

- Reducción de costes, ya que no se precisa plancha ni película intermedia.
- Por tanto, no se requiere la utilización de los productos químicos asociados a los elementos anteriores.
- La especialización necesaria de los operarios es menor.
- Permite que sean viables económicamente tiradas cortas. De hecho se puede llegar a la venta bajo pedido, ajustándose exactamente a la demanda.
- Permite un aumento de la productividad, al disminuirse los tiempos de las entregas.
- Se integra perfectamente con las nuevas tecnologías.
- Permite personalizar los contenidos de lo que se imprime, según las necesidades o preferencias del usuario (impresión "a la carta").
- Permite cambios inmediatos desde el ordenador.
- El propio sistema se puede utilizar para la realización de pruebas.
- Permite incorporar de forma más directa los sistemas de gestión de flujos de trabajos de impresión.
- Los datos impresos se pueden enviar a través de la red a cualquier parte del mundo e imprimirse en diversos lugares a la vez, ahorrando tiempo al cliente y gastos de transporte del material impreso.

- Aporta al proceso productivo nuevos impulsos y posibilidades capaces de presentar productos individualizados, en pequeñas cantidades y en cortos espacios de tiempo desde su creación a la impresión.
- En el caso de libros, por ejemplo, se eliminan los *stocks* y los gastos por devolución, lo que redundará en una reducción adicional de costes.

Estas ventajas mencionadas abren la puerta a la implantación de nuevos modelos de negocio. De hecho, este sistema representa un cambio de orientación respecto a la forma de trabajo tradicional, y hace posible conceptos tales como impresión bajo demanda, impresión "a la carta", impresión distribuida, tirada de libros individualizada o personalizada, etc.

Vemos así que ahora mismo están conviviendo tres tecnologías de importancia: el *offset* tradicional, la impresión directa de plancha (CTP) y la impresión digital. La razón de su coexistencia es que la rentabilidad de una de ellas frente a las otras, y por tanto su ámbito de aplicación, depende del número de copias del trabajo, como se aclara en la siguiente tabla:

T 7. RENTABILIDAD POR NÚMERO DE COPIAS DE DIFERENTES SISTEMAS DE IMPRESIÓN

Método	Número de copias
Impresión digital	1 – 500
CTP	400 – 10.000
Offset plano	2000 – 100.000
Rotativas de offset	Más de 100.000

4.3 La revolución de Internet

Es necesario hablar también de la influencia que la revolución de Internet ha supuesto para el sector de las Artes Gráficas. Se puede resumir en varios aspectos:

- Las posibilidades de comercio electrónico que brinda Internet, que ya están siendo utilizadas por las empresas de Artes Gráficas. Se incluyen a continuación unos datos extraídos del informe "Comercio Electrónico en el Sector de Artes Gráficas e Imprenta en la Comunidad de Madrid", del año 2001, realizado por la Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid. Los datos se refieren a porcentajes de empresas que emplean Internet en diferentes etapas del comercio electrónico, para empresas de Artes Gráficas de más de 30 trabajadores:

T 8. PORCENTAJES DE EMPRESAS QUE UTILIZAN INTERNET EN DIVERSAS ETAPAS DEL COMERCIO ELECTRÓNICO

Etapas del proceso	% sobre el total de empresas de Artes Gráficas	% sobre el total de empresas de la Comunidad de Madrid
Búsqueda	89%	95,6%
Contacto	82%	83%
Negociación	17%	19%
Compromiso	37%	49%

En cuanto a parámetros globales, para la realización de compras, el mismo estudio afirma que el 46% de las empresas de Artes Gráficas consultadas realiza pedidos en Internet. En lo que respecta a ventas, el 68% de las empresas del sector realiza ventas electrónicas.

En relación con la percepción de esta actividad por parte de las empresas, más de un 80% de las empresas del sector piensan que la actividad del comercio electrónico genera valor. El 100% de las empresas piensa que esta generación de valor es por una reducción de costes, mientras que el 43% piensa que esta generación de valor se produce como consecuencia de una mejora de los procesos de compra y venta y un mejor servicio a los proveedores/clientes.

- Internet ha posibilitado la transmisión rápida de las tareas de impresión, por ejemplo, del archivo inicial producido por el cliente, o el resultado del proceso de preimpresión, para ser impreso en otra localidad geográfica.
- Utilizando Internet, es posible realizar un seguimiento (e incluso un control) del proceso de preimpresión y de los procesos posteriores. Ya existen empresas que están desarrollando aplicaciones en esta línea. De esta forma, las empresas o departamentos que intervienen en el proceso tienen acceso directo al proceso productivo, pudiendo introducir inmediatamente cambios en las tareas. También los clientes pueden tener acceso al estado de sus trabajos e incluso pueden obtener una realimentación sobre su calidad.
- La creación de portales dedicados a las Artes Gráficas. Son sitios de Internet que sirven de entrada a un conjunto de recursos relacionados con las Artes Gráficas. Estos portales suelen contener noticias relacionadas con el sector, directorios de empresas de Artes Gráficas y de empresas suministradoras, artículos y publicaciones (algunas de ellas descargables directamente en formato electrónico), información sobre software, foros de discusión, buscadores, etc. A continuación se incluyen las direcciones de Internet de algunos de estos portales en castellano:

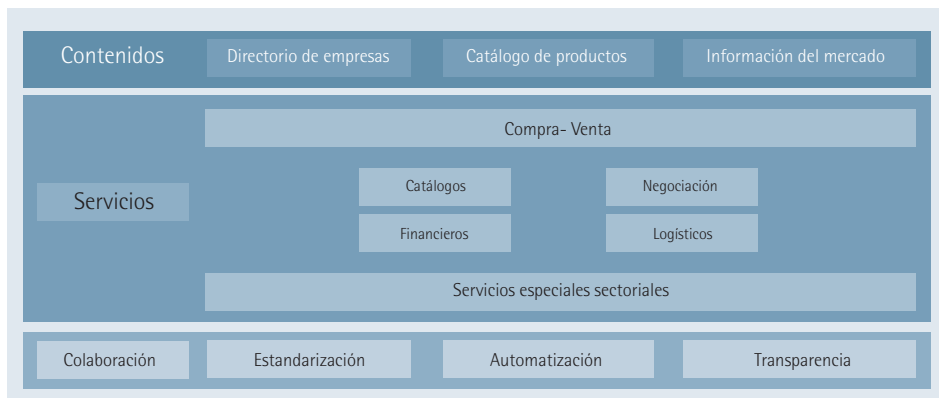
- www.alabrent.com
- www.portalcual.com/portalestematicos.asp?directorio=Arte&enlaces=Artes%20Gráficas
- www.artesgraficas.com
- https://h30011.www3.hp.com/DPS/?new_country=470&newlang=es
- www.artes-graficas.org
- www.solograficas.com
- www.intergrafic.net/publico/portada2/index.jsp

A los anteriores hay que añadir los portales de las asociaciones de Artes Gráficas, algunos de los cuales son:

- www.infoagm.com, sitio web de la Asociación Gremial de Empresarios de Artes Gráficas y Manipulados de Papel de la Comunidad de Madrid.
- www.cit-agm.com, sitio web del Centro de Innovación Tecnológica para las Artes Gráficas de Madrid.
- www.feigraf.es, sitio web de la Federación Empresarial de Industrias Gráficas de España.
- www.graphispack-asociacion.com, sitio web de la Asociación Española de Artes Gráficas, Envase, Embalaje, plv, Embotellado y Afines.

- Internet permite también la creación de "mercados" virtuales, donde los clientes pueden solicitar tareas, y las empresas comprometer su realización. Se trata de los *marketplaces* o mercados digitales de empresas, que son puntos de encuentro virtuales entre empresas proveedoras de servicios y consumidoras de los mismos. La figura siguiente, extraída del informe *¿Qué es un Marketplace o Mercado Digital de Empresas?*, realizado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y la AECE (Asociación Española de Comercio Electrónico) muestra la estructura de contenidos y servicios de un mercado digital de empresas.

FIGURA 3. Estructura de un mercado digital de empresas.



Un ejemplo de *marketplace* en el sector de las Artes Gráficas se puede ver en www.pressxchange.com, que es un mercado virtual dedicado a equipos de impresión usados.

- En el sector de Artes Gráficas es muy frecuente la subcontratación de tareas entre empresas del sector. Internet se convierte en un servicio muy valioso, al permitir la comunicación *on-line* de la disponibilidad de las empresas, e incluso el envío informático de las tareas a subcontratar. Esta actividad se puede realizar también en los mercados digitales de empresas comentados anteriormente.

4.4 El libro electrónico y la aparición de nuevos soportes

Merece la pena destacar especialmente el impacto que las nuevas tecnologías han producido en el sector del libro. Como se recoge en el Informe *Incidencia de las Nuevas Tecnologías en el Sector del Libro en el Ámbito de la Unión Europea*, realizado por el Ministerio de Cultura, *"la tradicional cadena del libro se convierte en un círculo en el que todos los agentes participan. En cualquier momento, cualquiera de ellos puede optar por el papel o el formato electrónico; los autores pueden escribir sobre papel o en ordenador; los editores escoger entre producir y distribuir el contenido por Internet o en formato tradicional. Todo esto en el marco de industria cultural, que tiende claramente a la convergencia y que no descuida que también es una industria de estrategia económica dentro de la Sociedad de la Información"*.

El impacto afecta a todos los actores de la cadena de valor del sector del libro. Por ejemplo, los autores disponen de muchas más herramientas para diseñar todos los aspectos de su obra, e incluso para convertirse en editores de la misma (por ejemplo, realizando a nivel propio su difusión o comercialización por Internet). Ya hay experiencias en este sentido, por ejemplo, el autor Stephen King y su libro *Riding the Bullet*, que en 48 horas había recibido cerca de medio millón de peticiones de compra al precio de 2,50 \$, o Jordi Serra i Fabra con *El Misterio del Goya Robado*, denominado "el primer libro interactivo español", que fue descargado de la red por 2.889 personas.

Los autores, cuando se utiliza la impresión bajo demanda, no están sujetos a las barreras de las tiradas mínimas que garanticen la rentabilidad. Esto último beneficia también a los editores, pero, por el contrario, las puertas que abren las nuevas tecnologías hacen peligrar su exclusividad en la gestión y por tanto afectan a los beneficios de la publicación.

No obstante, para los editores, la impresión bajo demanda abre nuevas posibilidades de reducción de costes y disminución de riesgos. Como ya hemos dicho, desaparece la necesidad de una tirada mínima, con lo que se eliminan los riesgos de devoluciones y *stocks* obsoletos, y los pedidos tienen garantizada su venta. Se abre así la puerta a la publicación de obras que antes no hubieran sido rentables. Se elimina también el concepto de "libro descatalogado".

El sector de los distribuidores queda también afectado, ya que la aparición del libro en formato electrónico posibilita su transmisión directa por Internet. Si ahora unimos a eso las posibilidades de la impresión bajo demanda, el resultado es que el papel actual del distribuidor queda obsoleto en este nuevo formato de libro electrónico. No obstante, la adquisición de libros en soporte papel o CD-ROM mediante comercio electrónico si deja campo abierto a la actuación de los distribuidores tradicionales.

Y por último, el pequeño comercio (librerías) también verá afectado su modelo tradicional de negocio, que tendrá que adaptarse a las posibilidades del envío electrónico y a la impresión bajo demanda, incluso en el mismo establecimiento. En un futuro, las librerías deberán ampliar su negocio de almacenamiento, exposición y venta de libros y añadir acceso a Internet en el propio establecimiento, incluso ofreciendo el servicio de impresión y encuadernación de calidad en el mismo.

4.4.1 Libros en soporte electrónico

Las nuevas tecnologías permiten la venta de libros en soporte electrónico y su distribución por medios electrónicos. Presenta muchas ventajas:

- Se aumenta la capacidad de almacenamiento. Pueden almacenarse miles de libros en un disco duro de ordenador.
- Permite la inclusión de información complementaria: hipervínculos, gráficos interactivos, animaciones, audio, video, etc.
- La transmisión del contenido (la adquisición) puede ser inmediata.

- Para el distribuidor, tiene las ventajas asociadas a la eliminación de los *stocks*. Basta con mantener la copia original del libro en el disco duro del servidor utilizado, y las copias de seguridad en los soportes adecuados.

Pese a estas ventajas, se trata de un modelo de negocio que actualmente está poco implantado, y hay que esperar a ver su evolución a medio y largo plazo. De hecho, menos del 10% de las editoriales españolas editan *on-line*. Esta forma de distribución es utilizada sobre todo por autores noveles, que desean dar difusión a sus obras.

Es de especial importancia la gestión de los derechos de propiedad. En muchos casos, el libro electrónico queda asociado al ordenador donde se realiza la descarga, y no puede ser impreso ni copiado a menos que el editor proporcione los permisos necesarios.

4.4.2 El libro electrónico (*e-book*)

Otro de los resultados de la aplicación de las nuevas tecnologías al sector del libro es la aparición del producto denominado libro electrónico (*e-book*). Se trata de un término que se ha aplicado tanto a los libros disponibles en formato digital, que hemos considerado en el punto anterior, como a los dispositivos hardware utilizados para la lectura de esos contenidos digitales, con forma y tamaño parecidos a los de un libro convencional. En el caso de estos últimos, se trata de dispositivos de tamaño semejante al de una cuartilla y con posibilidad de almacenamiento interna y conectividad que permite descargar libros desde la red o desde el ordenador.

Los primeros dispositivos de este tipo se presentaron en la feria de Frankfurt en 1998: el *Softbook Press (Virtual Press)* y el *Rocket-Ebook (Nuvomedia)*. Otros modelos son:

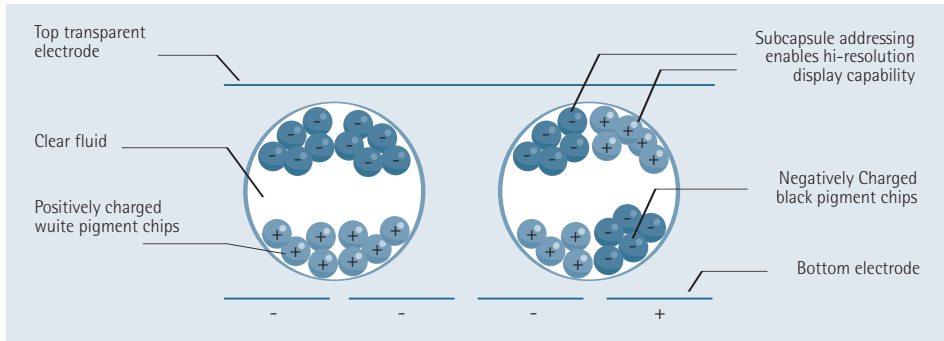
- *Reb1100* y *Reb1200 (Thomson)*, este último con tarjeta Ethernet. Ambos modelos permiten la compra y descarga de libros desde el propio dispositivo.
- *e-BookMan (Frankling Publishing)*, que se basa en tarjetas (*bookCards*) que contienen el libro digitalizado.
- *Cybook (Cystale)*, que utiliza color.
- En España, como ejemplo de un dispositivo de este tipo, en el SIMO 2005 la empresa *Panasonic* presentó su modelo de *e-book*, que utiliza una doble pantalla monocromática (con una profundidad de 16 tonos de grises) de 7,2 pulgadas y 180 dpi. El almacenamiento se realiza en tarjetas SD dotadas con la tecnología de protección de *copyright* mediante el sistema CPRM (*Content Protection for Recordable Media*).

4.4.3 Papel electrónico (*e-paper*) y tinta electrónica (*e-ink*)

El avance tecnológico más novedoso en el ámbito de los libros y periódicos electrónicos ha sido la aparición del papel electrónico (*e-paper*) y de la tinta electrónica (*e-ink*). Existen ya

prototipos de dispositivos como pantallas enrollables y deformables, basadas en lo que se denomina tinta electrónica. La tinta electrónica consiste en pequeñas microcápsulas del diámetro de un cabello humano. Cada microcápsula contiene un fluido con partículas blancas cargadas positivamente y partículas negras cargadas negativamente. Al aplicar un campo eléctrico, las micropartículas se orientan, y las blancas (o las negras) pasan a la parte superior de la microcápsula, que es la vista por el usuario, y las negras (blancas) a la parte inferior. La figura siguiente, extraída de www.eink.com, ilustra el proceso.

FIGURA 4. *Funcionamiento de la tinta electrónica.*



Para formar una pantalla basada en la tinta electrónica, las microcápsulas se sitúan en una hoja de película plástica, donde se inserta la circuitería. La tecnología permite que la película sea depositada prácticamente sobre cualquier parte, lo que hace posible transformar cualquier superficie en una pantalla.

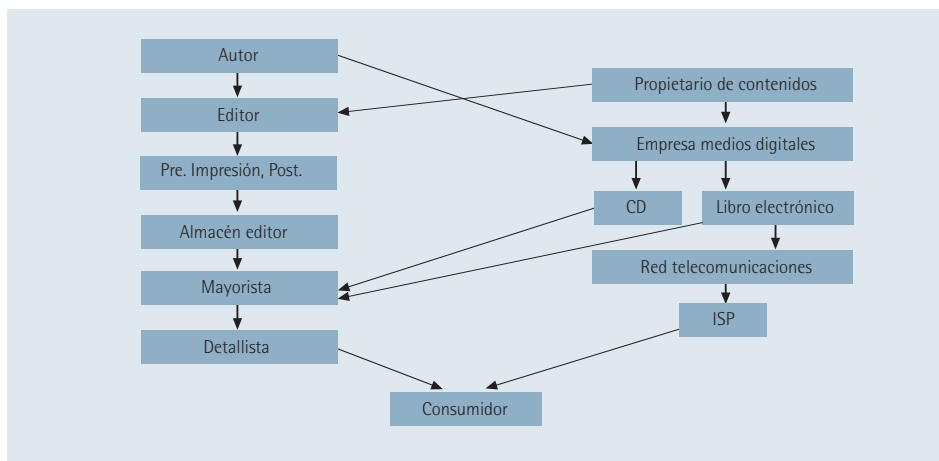
Como ejemplo de aplicación de lo anterior, citamos a *Sony* que posee un prototipo de *e-book* con tinta electrónica llamado *Librie*, que tiene el tamaño de un libro de bolsillo y la pantalla no necesita estar iluminada para poder leer. La tinta electrónica se basa en microcápsulas esféricas, la mitad con pigmento blanco y la otra mitad con pigmento negro que se colocan en posición para construir las letras según los impulsos eléctricos que reciben. El *Librie* tiene una capacidad para almacenar 20 libros y una memoria de expansión que puede ampliar esa capacidad. Trabaja con cuatro baterías alcalinas y su pantalla, de seis pulgadas, tiene una resolución de 800 por 600 píxeles.

El futuro de estos tipos de soporte, el libro electrónico, el papel y tinta electrónicos, y del libro en soporte electrónico, comentado en el punto anterior, es todavía algo incierto. No parece probable que lleguen a ser sustitutos del libro tradicional en papel, sino más bien unos soportes complementarios al mismo. La introducción será lenta, pero es indudable que en futuro habrá usuarios que valorarán la posibilidad de acceder al contenido de libros, periódicos, etc., en formato digital casi de forma instantánea y con posibilidad de imprimirlos ellos mismos si lo desean, y poder visualizarlos además en soportes electrónicos deformables o enrollables, de fácil transporte.

Como ilustración final del cambio que las nuevas tecnologías e Internet han supuesto en las Artes Gráficas, la figura que sigue ilustra la cadena de valor del libro. A la izquierda en dicha

figura se muestra la cadena de valor tradicional, y a la derecha, aparecen las nuevas formas de negocio que posibilitan las nuevas tecnologías.

FIGURA 4. *Las nuevas tecnologías en la cadena de valor del libro.*



4.5 Sistemas de gestión de trabajos de impresión

En general, al pensar en flujos de trabajo en el sector de las Artes Gráficas se piensa inmediatamente (y casi únicamente) en los departamentos de preimpresión y de impresión. Sin embargo, el flujo de trabajo completo abarca todo el ciclo productivo, con las fases de diseño, preimpresión, impresión y acabados. Debido a la complejidad de los procesos y los agentes que intervienen en la realización de una tarea de impresión, es fundamental que el flujo de trabajo esté organizado.

Al disponer de sistemas de gestión de trabajos de impresión completos y actualizados, la empresa se gestionará de una forma más sencilla y efectiva, identificándose los trabajos o las secciones problemáticas y los cuellos de botella. Adicionalmente, las aplicaciones de gestión de trabajos de impresión pueden hacer uso de las Tecnologías de las Comunicaciones para disponer de una plataforma común de intercambio de información con otras empresas gráficas o de otros sectores.

Estos sistemas permiten también la automatización y el ajuste automático de un número creciente de equipos: por ejemplo, la exposición de la plancha en un sistema CTP, o la preparación de una máquina de impresión para un proyecto concreto. Estos mismos datos pueden servir para ajustar de forma automática los parámetros de postimpresión a medida que los trabajos llegan a esta etapa del proceso. Los sistemas integrados de gestión pueden llegar incluso a realizar el control de *stocks* y realizar pedidos de papel y de otros suministros, así como ocuparse de la facturación.

La tendencia del mercado en sistemas de este tipo está en este momento en una etapa de evolución crucial, ya que se está iniciando la implantación del formato JDF (*Job Description Format*). La historia de este formato se remonta a la feria sectorial DRUPA de 1995. En esa feria

la empresa *Heidelberg*, en colaboración con la organización alemana *Fraunhofer Institute for Computer Graphics*, lanzó el PPF (Print Production Format). Se trataba de un formato orientado a la producción, para el ajuste de los equipos de preimpresión e impresión, que utilizaba un lenguaje propietario. Para desarrollar este concepto, varias compañías se unieron bajo el nombre de CIP3 (Cooperación Internacional en Preimpresión, Impresión y Postimpresión).

A principios del año 2000, las empresas *Adobe*, *AGFA*, *Heidelberg* y *MAN Roland* anunciaron su cooperación en la creación de una orden de trabajo electrónica (*Job Ticket*) denominada JDF (*Job Description Format*). Se trataba de un formato de definición de los trabajos que junto a los datos de producción incluía información de gestión y de negocio. El desarrollo del proyecto se encomendó a CIP3, que al añadirse la palabra "Procesos", pasó a denominarse CIP4.

JDF es un formato de mensajes y archivos basado en XML, diseñado para actuar como un estándar de la industria en el intercambio de información entre diferentes aplicaciones y sistemas utilizados en el sector gráfico. Un archivo JDF es un fichero que contiene datos de gestión y de producción de un trabajo. Se trata de una "orden de trabajo digital", que permite ajustar los parámetros de los componentes que intervienen en la cadena de producción, y permite también proporcionar información de la producción en tiempo real.

La orden de trabajo de JDF tiene una orientación general, y su objetivo es controlar el trabajo de impresión desde que el cliente solicita un presupuesto o realiza un pedido hasta la entrega de dicho pedido y su correspondiente facturación.

Una ventaja de este estándar es que los fabricantes están realizando un gran esfuerzo para que sus productos sean compatibles con el mismo. La adopción de este formato presentará importantes ventajas:

- Menor número de errores.
- Obtención en tiempo real de información del proceso de producción.
- Automatización de los procesos de producción.
- Gestión óptima de los recursos disponibles.
- Mayor rapidez en el desarrollo.
- Posibilidad de detección y reacción más rápida frente a problemas de producción.
- Disminución del trabajo administrativo, y de gestión de datos.
- Mayor facilidad de interconexión de sistemas de diferentes fabricantes.
- Reducción de costes de producción.
- Realización más sencilla de presupuestos y facturas.

Existe una creciente tendencia de las empresas del sector de las Artes Gráficas hacia la implantación de sistemas de gestión global e integrada de flujos de impresión, ya que se perciben claramente las ventajas anteriormente mencionadas. Sin embargo, existen también, a

nuestro juicio, dos aspectos que pueden ser susceptibles de mejora y que darán lugar a líneas de acción que comentaremos posteriormente:

- En primer lugar, la implantación de JDF puede no ser viable desde el punto de vista económico en pequeñas empresas de Artes Gráficas. Estas empresas pueden ser reticentes, por motivos de coste y de operatividad, a introducir sistemas de este tipo, ya que la gestión que deben realizar es relativamente simple, y la implantación de sistemas basados en JDF puede suponerles un coste de inversión superior al que pueden permitirse.
- La integración de los sistemas de control de calidad en el sistema de gestión de trabajos de impresión. Parece existir una falta de procedimientos automáticos de control de calidad, que son necesarios para su integración coherente en un sistema automático de gestión de trabajos de impresión. Debido al envío remoto de los trabajos de impresión que posibilita Internet, se hace fundamental la existencia de sistemas robustos de pruebas y de calibración de equipos, en algunos casos de forma remota, de forma que se garantice la homogeneidad de los parámetros de calidad del color. Adicionalmente, y en parte como consecuencia de lo anterior, se hace imprescindible contar con procedimientos robustos de control de calidad, incorporando, a ser posible, procedimientos automáticos de detección de defectos que sirvan de ayuda al personal de control. En este sentido realizaremos posteriormente una propuesta de sistema de bajo coste para la detección de defectos de impresión basado en técnicas de tratamiento de imagen, que puede constituir una primera mejora en el aspecto de sistemas de control automático de calidad integrados en la cadena de gestión de impresión.

4.6 Conclusiones

Tras lo que hemos dicho, se pueden extraer las siguientes conclusiones de tipo general sobre la influencia de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el sector de las Artes Gráficas:

- Parece evidente que nuestra industria gráfica debe adoptar (y de hecho está adoptando) los nuevos sistemas de impresión que se caracterizan por mayor fiabilidad, calidad, rapidez y versatilidad y que pueden ofrecer un servicio más completo al cliente.
- Asimismo la industria gráfica debe implantar en su estructura las posibilidades de Internet y los negocios e-.
- Es necesaria una constante innovación tecnológica y de gestión, para mantenerse dentro del mercado y asegurar el crecimiento y la competitividad de las empresas, en especial de las pymes, que son el grueso del sector de Artes Gráficas.
- El incremento de la importancia de la impresión digital y de los sistemas de telecomunicaciones es evidente. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones se han convertido ya en una de las herramientas más importantes tanto para la propia producción como para la gestión de la misma.

- La calidad seguirá siendo un valor determinante en la competitividad de las empresas en el mercado gráfico, pero la exigencia de calidad deberá orientarse a garantizar todo el proceso de reproducción, producción y eventualmente de distribución o gestión de postproducción bajo estándares universalmente aceptados.
- La industria gráfica deberá seguir avanzando en el proceso de globalización y deslocalización, haciendo uso de los modernos sistemas de telecomunicaciones y de Internet para permitir la gestión distribuida de los parámetros de impresión. En este sentido se harán también necesarios sistemas de gestión distribuida de trabajos de impresión.
- Las crecientes necesidades de los clientes (mayor personalización, menor tiempo de ejecución, tiradas más cortas y servicios más complejos) condicionarán la implantación de las TIC en las pymes, que deberán plantearse el modo de utilizar estas nuevas tecnologías y de adaptarse a ellas.
- En un futuro más lejano, la industria de Artes Gráficas debe estar atenta a la evolución de los nuevos productos, como el libro electrónico, el papel electrónico y la tinta electrónica, que pueden convertirse en actividades complementarias (que no competidoras) de su modelo tradicional de negocio, de forma que adaptando sus estructuras, puedan imaginar y explotar nuevos modelos de negocio que utilicen los nuevos soportes mencionados.

5. Algunas áreas de aplicación

Las visitas realizadas a diversas empresas del sector de las Artes Gráficas y la información recabada del Centro de Innovación Tecnológica de Artes Gráficas de Madrid (CIT-AGM) han permitido hacerse una idea del siguiente panorama general:

- En general, las grandes empresas de *offset* están bastante actualizadas en cuanto a la implantación de las TIC en sus procesos de producción. Están algo más retrasadas en la implantación de sistemas integrados de gestión basados en el estándar JDF (que por otra parte está empezando), pero están reaccionando con rapidez, considerando su implantación en breve.
- La situación de las pequeñas y medianas empresas del sector de las Artes Gráficas es algo diferente. Si bien la implantación de las TIC es un hecho en la mayor parte de las empresas, la implantación de los sistemas integrados de gestión está mucho más atrasada.
- La situación de las empresas de otras tecnologías de impresión (como la serigrafía) está algo más retrasada en la implantación de las nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- Es escasa la implantación de sistemas automáticos de control de calidad, por ejemplo, de fotolitos, de planchas, de impresos acabados, etc. El control se realiza mayoritariamente de forma visual con operarios especializados, o bien por el propio operario de la cadena de producción.

- De momento, no existe ninguna preocupación ni sensibilización sobre el futuro y la influencia en el sector de la implantación de tecnologías más novedosas, como son el libro electrónico, los sistemas de almacén virtual, la impresión digital "a la carta", etc. Entendemos que puede ser interesante desarrollar estudios prospectivos sobre modelos de negocio que pueden llegar a ser competitivos a medio plazo.

Como consecuencia, se proponen a continuación algunas líneas de actuación orientadas a mejorar algunos de los aspectos anteriores:

- Desarrollo de sistemas integrados de gestión de impresión para aplicación en pequeñas empresas del sector de las Artes Gráficas.
- Desarrollo de un sistema de control de calidad de formas impresoras o trabajos acabados basado en técnicas de tratamiento de imagen.
- Desarrollo de modelos de negocio con posibilidades de implantación a medio plazo en el sector de las Artes Gráficas.

Explicamos seguidamente las líneas anteriores con algo más de detalle, aunque de forma breve.

5.1 Desarrollo de sistemas integrados de gestión de impresión para aplicación en pequeñas empresas de Artes Gráficas

Como hemos comentado anteriormente, la industria de Artes Gráficas está realizando importantes movimientos hacia la estandarización de un formato de gestión de trabajos de trabajos de impresión denominado JDF (*Job Description Format*).

Se trata sin duda de un esfuerzo muy necesario, dada la gran proliferación de equipos de marcas distintas y la gran cantidad de tareas diferentes que hay que abordar en la realización de las tareas de impresión.

Las grandes empresas del sector de las Artes Gráficas no tendrán problema (y de hecho casi estarán obligadas) a utilizar este formato. Hay que indicar, sin embargo, que esto puede dar lugar a costosas inversiones para adquirir nueva maquinaria o para adecuar la maquinaria existente al estándar JDF, y para adquirir los sistemas de gestión propiamente dichos.

Por otra parte, son muchas las pequeñas empresas que se dedican fundamentalmente a la preimpresión, y que por el momento no disponen de una gestión eficaz de flujos de trabajo, ni siquiera para esta parte de la actividad.

Por poner un ejemplo, una de las empresas visitadas durante la realización de este estudio, dedicada fundamentalmente a la preimpresión (aunque disponía también de un pequeño sistema *offset* para abordar tareas de impresión) nos explicó que su sistema de gestión de flujos

de trabajo consistía simplemente en abrir una carpeta con un nombre codificado para el proyecto donde se depositaba toda la información de trabajo referente al mismo.

Agrava este problema el hecho de que las pequeñas y medianas empresas, que como hemos visto son las que conforman la mayor parte del tejido empresarial español en este sector, no disponen muchas veces del margen de maniobra necesario como para acometer inversiones muy costosas, solucionando muchas veces el problema con soluciones subóptimas, pero que "sirven" (*commodities*).

En este contexto y con estos condicionantes surge la posibilidad de realizar el diseño de una aplicación software sencilla (y de bajo coste) que pueda ser aplicable en pequeñas y medianas empresas del sector de las Artes Gráficas, y que esté adaptada a su problemática y a sus flujos de trabajo.

Las características fundamentales que debe tener una aplicación de este tipo son:

- Control y seguimiento de la evolución de los trabajos.
- Adaptación a empresas distribuidas.
- Asignación óptima de recursos.
- Control automático de facturación y realización automática de presupuestos.
- Implantación (automática) de procedimientos de control de calidad.

Las ventajas que una aplicación de este tipo reportaría a las pequeñas y medianas empresas son, entre otras:

- Gestión más eficaz de la producción.
- Gestión más eficaz de la actividad comercial, al poderse elaborar más rápidamente presupuestos realistas.
- Reducción del tiempo de realización de tareas.
- Reducción de trabajo administrativo.
- Reducción de costes.

La aplicación deberá recoger datos de los trabajos en curso. Estos datos pueden ser suministrados por los propios equipos (si los que posee la empresa lo permiten), o bien introducidos en plantillas por los operarios correspondientes, una vez finalicen sus tareas en un trabajo de impresión concreto. Una de las características que debe poseer es que debe ser fácilmente adaptable y configurable a las particularidades de cada empresa.

La ventaja de un desarrollo de este tipo es que su coste puede ser perfectamente abordable por las pequeñas y medianas empresas, y que, al ser su alcance más reducido, además de reducirse el precio, puede adaptarse más fácilmente a las necesidades específicas de cada empresa concreta.

5.2 Desarrollo de un sistema de control de calidad de formas impresoras o trabajos acabados basado en técnicas de tratamiento de imagen

En todo el proceso de impresión deben realizarse controles de calidad:

- De formas impresoras.
- De pruebas de impresión.

- De productos finales.
- En postimpresión.

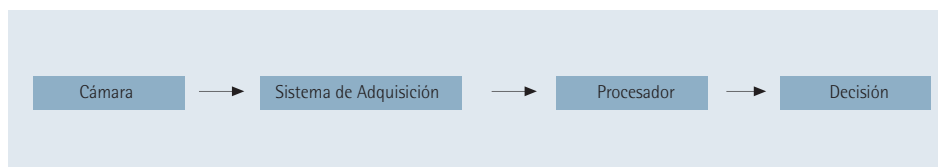
Como hemos comentado anteriormente, en muchos casos el control de calidad de los impresos o de las formas impresoras se realiza de forma manual o mediante muestreo estadístico. Es muy conveniente disponer de un sistema de control automático de formas impresoras o resultados de impresión, y ello por varias razones:

- Permite liberar al operario del equipo (por ejemplo de la máquina de *offset*) de realizar estas tareas, aumentando su productividad en otras.
- Puede dotar al resultado final de más fiabilidad, bien por sí mismo o como elemento de apoyo al operario correspondiente.
- Permite una integración directa con un sistema informático de gestión de flujo de trabajo de impresión.

La aplicación que proponemos es de bajo coste y está basada en técnicas de tratamiento de imagen. Puede emplearse para el examen automático de elementos relacionados con las formas impresoras (planchas, mallas en serigrafía) o bien de los propios pliegos resultado de la impresión.

El diagrama de bloques de un sistema de este tipo se muestra en la figura siguiente:

FIGURA 6. *Esquema de un sistema de control de calidad basado en técnicas de tratamiento de imagen.*



Comentamos seguidamente cada uno de los bloques de la figura anterior:

- **Cámaras.** Hoy en día existen cámaras digitales de alta resolución (2048 x 2048 pixels) en color a 25 cuadros por segundo que pueden ser adecuadas para esta aplicación. Sus precios son moderados, órdenes de magnitud por debajo de su precio hace tan sólo unos pocos años.
- **Interfaces.** Hoy en día, la captura de datos procedentes de cámaras digitales se puede hacer de forma muy sencilla en un PC utilizando la interfaz *Firewire*. Actualmente, utilizando una placa *Firewire* cuyo coste es de tan sólo unas decenas de euros, y software estándar (en algunos casos el propio *Windows XP*), se pueden conectar en unos minutos una o varias cámaras digitales a un PC, y adquirir datos en tiempo real, volcándolos al disco duro o procesándolos directamente. No son necesarias las capturadoras de vídeo que se empleaban hace algún tiempo, cuyo coste era mucho más elevado.
- **Procesador.** Este sistema realiza la comparación de la imagen adquirida con un modelo almacenado en memoria, El modelo puede corresponder al fotolito, la plancha, la malla

serigráfica o la propia imagen final a ser impresa. Puede ser introducido manualmente, o proceder del propio sistema de gestión de flujos de trabajo.

Hace tan sólo algunos años, las tareas asociadas al tratamiento de imagen requerían el uso de procesadores de señal especializados. Estos procesadores consistían en placas que se conectaban al bus PCI del PC, acompañadas de un sistema de desarrollo (hardware y software) para poder realizar el sistema o prototipo. Estos sistemas de desarrollo tenían un coste muy elevado, y "ataban" el desarrollo a su realización con dichas placas de procesadores de señal, encareciendo el coste del producto final. Hoy en día la situación es muy diferente. Los procesadores Pentium 4 a velocidades de 3 MHz o superiores, junto con la disminución de precio de los *chips* de memoria, han hecho posible que el propio procesador de un PC convencional pueda realizar en tiempo real las tareas asociadas a las rutinas de tratamiento de imagen. Por tanto, estamos hablando de que el sistema de proceso es directamente un PC, con la consiguiente reducción de costes y las ventajas de la estandarización. La solución diseñada puede ejecutarse en cualquier PC de características similares.

- **Decisión.** Una vez realizada la comparación, las acciones a realizar por el sistema pueden variar desde dar un simple aviso al operario para retirar el elemento defectuoso, pudiéndose incluso detener la producción si el defecto es importante o aparece de forma repetida.
- **Software.** Existen una gran variedad de rutinas de tratamiento de imagen que permiten trabajar en C, C++ o Java, bajo Windows y que son de fácil manejo a precios moderados, lo que facilita y acelera el proceso de desarrollo del sistema.

En definitiva, se propone de un sistema cuyo coste es bajo pero que puede ayudar notablemente a mejorar el proceso de control de calidad, detectando por ejemplo, defectos en la salida impresa antes de que se haya impreso un número importante de originales, con el consiguiente ahorro económico.

5.3 Desarrollo de modelos de negocio con posibilidades de implantación a medio plazo en el sector de las Artes Gráficas

Las nuevas tecnologías abren un abanico muy amplio de posibilidades al sector de las Artes Gráficas. Algunas de ellas se han implantado, como el sistema CTP, o están en fase de implantación, como el estándar JDF o la impresión digital directa.

No hay que perder de vista, sin embargo, que las TIC están haciendo posibles algunos productos o sistemas de transmisión y almacenamiento que abren nuevas perspectivas de modelos de negocio para las empresas de Artes Gráficas, y éstas deberán estar atentas a su desarrollo, puesto que pueden representar una oportunidad excelente para diferenciarse y ganar competitividad.

Una de estas líneas corresponde al desarrollo e implantación de las posibilidades del almacenamiento electrónico y la impresión digital en la cadena de valor del libro. Aquí se abren varias posibilidades:

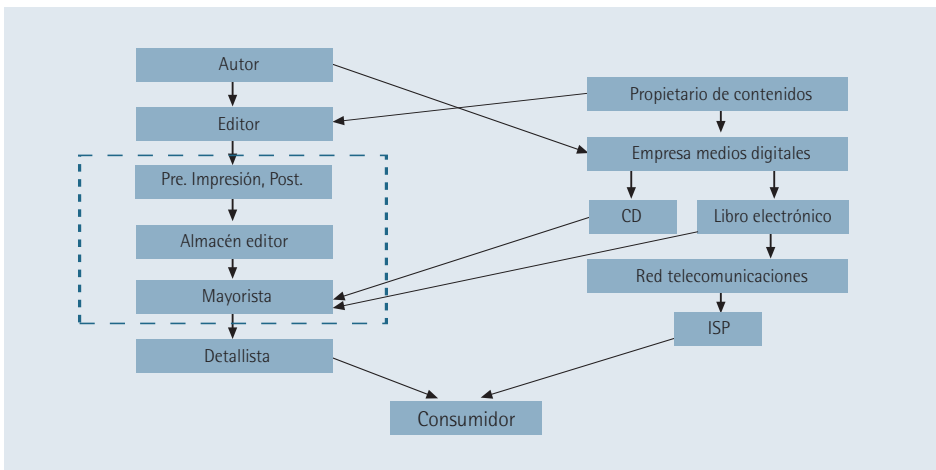
- **Impresión digital como complemento al almacén físico del editor.** Se trata de la posibilidad de componer textos sobre los que se disponga de los derechos de autor (o se gestionen convenientemente), pero con un contenido específico diseñado por el propio usuario. Se escogen los contenidos seleccionados por el usuario y se compone y maqueta en corto espacio de tiempo un texto que luego se imprime digitalmente. Es una solución adecuada para ofrecer textos de

contenido orientado específicamente al usuario y con poca tirada (en el límite un ejemplar). Es una modalidad que, por ejemplo en Estados Unidos ya está siendo ofrecida por *McGraw-Hill*.

- *Impresión digital como "pool" de muchos editores*, en el almacén del mayorista. Es un modelo seguido por ejemplo por *Ingram*. El almacén del mayorista se convierte así en parte en un sistema de impresión digital donde no llegan físicamente los libros, sino los pedidos de impresión por parte de los editores.
- *Concepto de "Almacén virtual"*. Como una continuación de la evolución del modelo del punto anterior, se puede llegar incluso a hacer desaparecer el concepto de almacenaje físico, siendo éste sustituido por dispositivos de almacenamiento masivo de la información para su impresión digital. De este modo el concepto tradicional de almacén desaparece, siendo sustituido por un modelo virtual de almacén mucho más flexible, que permite la impresión según demanda de textos tradicionales o incluso de textos bajo demanda o "a la carta", como se explicaba en el punto primero.

La figura que sigue muestra una posible modificación que estas ideas introducen en la cadena de valor del libro, que mostramos anteriormente. La zona entre las líneas discontinuas sería la que, en el modelo tradicional, sería sustituida, por ejemplo, por el concepto de "almacén virtual".

FIGURA 7. *Modificación de la cadena de valor del libro.*



Otro de los nuevos modelos, que puede estar relacionado con las ideas anteriores, lo posibilitan los recientes desarrollos en el campo del papel electrónico y de la tinta electrónica. Utilizando estos soportes, el papel desaparece: el usuario adquiere (y paga) la información en formato electrónico, y lo visualiza en un dispositivo propio.

En cuanto al libro electrónico, hemos visto que existen ya desarrollos de lectores con pantalla monocroma de alta resolución e incluso con pantalla en color, y del tamaño de un libro normal, con una memoria capaz de almacenar varias decenas de libros simultáneamente. En lo que respecta al papel y la tinta electrónicos, hemos visto que ya existen dispositivos funcionales

basados en tecnologías de micropartículas orientables, y se habla de su posible comercialización un futuro no muy lejano.

En este ámbito se ofrecen oportunidades no tanto en el desarrollo de dispositivos, campo en el que no podemos competir con las grandes empresas multinacionales como la holandesa *Philips* o las empresas japonesas (*Sony*, *Panasonic*, ...), sino más bien en campo de la gestión de contenidos y pago y en el de la gestión de derechos de autor: licencias y protección de contenidos.

Por tanto, una posible línea de aplicación en este ámbito correspondería a la realización de uno o varios estudios prospectivos profundos sobre el impacto y las oportunidades que estas tecnologías de futuro pueden tener sobre el conjunto de las empresas españolas del sector de las Artes Gráficas. Ello permitiría sensibilizar al colectivo sobre los peligros y a la vez sobre las oportunidades que se pueden presentar y abordar estrategias de preparación y anticipación, de forma que su aparición comercial no se perciba como competencia, sino como una alternativa complementaria.

6. Conclusiones

El presente capítulo expone una serie de ideas referentes a la aplicación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) al sector de las Artes Gráficas.

En primer lugar, se han presentado las cifras más relevantes del sector, que permiten poner de manifiesto que se trata de uno de los sectores económicos españoles más importantes, tanto por mano de obra empleada como por volumen de facturación.

Seguidamente se presentan los aspectos más relevantes del sector, tanto en su parte negativa, donde destacan aspectos como las deficiencias tecnológicas, que motivan una fuerte dependencia de la tecnología exterior, como en su parte positiva, donde se pueden resaltar una fuerte iniciativa y decisión propia, una fuerte capacidad de adaptación a los rápidos cambios del mercado y un estrecho contacto con el cliente, ya que se trata en buena parte de pequeñas empresas, de carácter familiar.

Tanto los procesos productivos como las empresas del sector de las Artes Gráficas se encuentran en constante evolución, como consecuencia de los profundos cambios tecnológicos que se están produciendo. Por ello, tras una descripción de las fases del proceso productivo, se comentan los principales aspectos que condicionarán su evolución, entre los que se destacan la desprofesionalización y la reducción de costes de la preimpresión, la popularización de la impresión bajo demanda, lo que posibilitará tiradas más cortas, el uso generalizado de las redes de comunicaciones y la aparición de nuevos soportes. Todos esos cambios afectarán, aunque de forma distinta, a las empresas de preimpresión, de impresión y a las empresas editoriales.

Se estudia a continuación en qué situación se encuentra el sector de las Artes Gráficas de España en relación con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, en particular con el advenimiento de las nuevas tecnologías que aplican el computador al proceso productivo, como los sistemas automáticos de *Preflight*, el *Computer-To-Plate* o la Impresión Digital Directa, que posibilita la impresión bajo demanda, y con la extensión por todo el mundo de las comunicaciones vía Internet, que abren la puerta a nuevas variantes en los modelos de negocio hasta hace poco impensables (comercio electrónico, transmisión remota de trabajos de impresión, gestión remota de trabajos de impresión, portales temáticos, mercados virtuales, etc.).

Un fenómeno muy importante, y que puede afectar al sector de las Artes Gráficas en un futuro no muy lejano es el de la aparición de nuevos soportes: los libros en soporte electrónico, los libros electrónicos y el papel electrónico. Si bien en la actualidad no constituyen una amenaza para el negocio de la impresión en papel, el sector deberá estar atento en un futuro para introducirse en este mercado y evitar que competidores externos capten estos nichos de ampliación natural de su negocio.

Como consecuencia de las ideas expuestas, se han identificado tres posibles áreas de aplicación, que pueden servir de idea inicial para desarrollar sistemas que mejoren los procesos productivos de este sector, aplicando para ello las TIC. Se trata del desarrollo de sistemas de gestión de impresión adecuados para pequeñas empresas, el desarrollo de sistemas automáticos de control de calidad de formas impresoras y el desarrollo de nuevos modelos de negocio con posibilidades de implantación a medio plazo.

7. Referencias

Cámara (2003): *Comercio Electrónico en el Sector de las Artes Gráficas e Imprenta en la Comunidad de Madrid*. Cámara Oficial de Comercio e Industria de la Comunidad de Madrid.

Flashes Sectoriales ESADE: Artes Gráficas.

MC (2004): *Incidencias de las Nuevas Tecnologías en el Sector del Libro en el Ámbito de la Unión Europea*, Informe del Ministerio de Cultura.

FEIGRAF (2003): *Informe FEIGRAF 2003*. Federación de Industrias de Artes Gráficas.

FCVN (1999): *Informes sectoriales de la comunidad autónoma del País Vasco. Informe nº 47. Artes Gráficas*. Federación de Cajas de Ahorros Vasco-Navarras.

Graphispag (2003): *Informe Graphispag 2003. El Sector de las Artes Gráficas y Manipulados de Papel y Carbón*. Salón Internacional de las Industrias y Comunicaciones Gráficas.

CEEIN (1999): *Informe Technofocus. Innovación Tecnológica en el Sector de las Artes Gráficas*. Centro Europeo de Empresas e Innovación de Navarra.

AECE (2002): *¿Qué es un Marketplace o Mercado Digital de Empresas?* Ministerio de Ciencia y Tecnología y la AECE (Asociación Española de Comercio Electrónico).

Capítulo 6

Tecnologías de la Información y Comunicaciones aplicadas a la mejora de la práctica deportiva

Resumen ejecutivo (220)

1. El sector del deporte (221)

- 1.1. Situación general (221)
- 1.2. El Consejo Superior de Deportes como entidad financiadora estatal (228)
- 1.3. La Comunidad de Madrid y el Deporte (230)
- 1.4. Posibilidades tecnológicas (230)

2. Implantación de las TIC en el deporte e identificación de necesidades (231)

- 2.1. Introducción al Análisis Biomecánico (231)
- 2.2. Sistemas de análisis táctico (238)
- 2.3. Sistemas de gestión y presentación de contenidos de video (242)

3. Planteamiento de mejoras (245)

- 3.1. Sistemas de detección de gesto deportivo con marcadores planos (245)
- 3.2. Sistemas de identificación de posición de jugadores en cancha (249)
- 3.3. Sistemas de gestión y presentación de contenidos de video (249)

4. Conclusiones (250)

5. Referencias (251)

Resumen ejecutivo

El presente capítulo es en primer lugar un estudio de la situación actual de implantación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el sector del deporte español, concretamente en el ámbito del rendimiento y la práctica deportiva. En segundo lugar, contiene propuestas de acciones concretas para promover la implantación de las TIC en sectores donde dicha implantación puede producir notables mejoras. Está dividido en las siguientes secciones.

1. Estudio del sector. En la que se ofrecen diversas cifras relacionadas con la práctica del deporte en España y en la Comunidad de Madrid, y la situación actual de la investigación sobre el deporte a nivel universitario.
2. Estudio sobre el estado actual de implantación de las TIC en diversos sectores relacionados con la práctica deportiva. En concreto, los sectores estudiados son:
 - Análisis fotogramétrico 2D y 3D.
 - Sistemas de análisis táctico deportivo.
 - Sistemas de gestión de contenidos de video con aplicaciones deportivas.

Del análisis realizado se han extraído una serie de carencias o posibilidades de mejora, que representan oportunidades para la implantación de soluciones o mejoras basadas en TIC. En concreto, las posibles mejoras son:

- Desarrollo y comercialización de un sistema de fotogrametría manual de bajo coste.
 - Desarrollo y comercialización de un sistema de captura automática del movimiento en 2D.
 - Desarrollo y comercialización de un sistema de captura automática del movimiento en 3D con marcadores para su utilización en exteriores.
 - Desarrollo y comercialización de un sistema de captura automática del movimiento en 3D con marcadores planos.
 - Desarrollo de sistemas que permitan realizar la edición o marcado de video en tiempo real.
 - Desarrollo y comercialización de sistemas de gestión de contenidos de video con posibilidad de operación con bases de datos multimedia de forma remota.
3. Análisis de las posibles soluciones que pueden emplearse para implementar las posibilidades de mejora enunciadas anteriormente, y que se concretarán en líneas de acción para materializarse en proyectos concretos.

1. El sector del deporte

1.1 Situación general

Se entiende por "Deporte", según la Carta Europea, todo tipo de actividades físicas que, mediante una participación organizada o de otro tipo, tengan por finalidad la expresión o la mejora de la condición física o psíquica, el desarrollo de las relaciones sociales o el logro de resultados en competiciones a todos los niveles.

El ámbito de la actividad física y del deporte constituye un campo abonado para la investigación científica y el desarrollo tecnológico, además del fenómeno sociológico que representa, tanto por la importancia alcanzada por el deporte de alta competición como por la relevancia que la práctica masiva de muchos millones de españoles adquiere en términos de ocio y salud, lo que ha llevado a que el deporte se considere uno de los elementos que configuran el bienestar colectivo. Sirvan de ejemplo algunos datos sobre la práctica deportiva en nuestro país, que se presentan a continuación.

T1. MOTIVOS PARA PRACTICAR DEPORTE (EN % DEL TOTAL DE PRACTICANTES)

Varones	%	Mujeres	%
Hacer ejercicio	51	Hacer ejercicio	55
Diversión	50	Salud	37
Le gusta	44	Diversión	35
Amistades	26	Le gusta	27
Salud	19	Mantener la línea	23

Fuente: (Mosquera y Puig, 1998).

T2. DEPORTES MAS PRACTICADOS EN ESPAÑA (EN % SOBRE EL TOTAL DE PRACTICANTES)

Varones	%	Mujeres	%
Fútbol	56	Natación	42
Ciclismo	30	Aeróbic; rítmica; danza	27
Natación	28	Gimnasia de mantenimiento	25
Baloncesto	14	Ciclismo	22
Jogging	13	Jogging	13
Tenis	13	Tenis	11
Atletismo	11	Baloncesto	10
Excursionismo	10	Atletismo	9
Pelota (frontón)	9	Voleibol	7
Pesca	8	Esquí	5

Fuente: (Mosquera y Puig, 1998).

T3. FRECUENCIA DE LA PRÁCTICA DEPORTIVA SEGÚN LA EDAD

Grupo de edad	% que practica tres veces o más por semana
16 – 24	45
25 – 34	37
35 – 44	37
45 – 54	42
55 – 65	56

Fuente: (García-Ferrando, 1997).

En nuestro entorno, el interés creciente por la salud, el culto al cuerpo y el aumento del tiempo libre han resultado ser los factores clave del desarrollo del mercado de los artículos deportivos. Las tendencias de la moda y la incesante aparición de nuevas modalidades deportivas como el *snowboard*, *softball* o las múltiples variantes de actividad física que se incluyen en el denominado *fitness* influyen cada vez más en este mercado, actuando como motor de la demanda.

Pero no solo la moda provoca una demanda en el sector. El desarrollo tecnológico del material de uso por deportistas de elite, es estudiado y diseñado con la doble finalidad de mejorar el rendimiento deportivo y prevenir lesiones. Estos productos, una vez probados, se comercializan para practicantes deportivos, con gran demanda al mejorar o facilitar la ejecución de la técnica deportiva y/o al prevenir lesiones. Sirva como ejemplo la gran difusión de tablas *carving* en el *Ski* o el uso de casco protector en este mismo deporte.

El desarrollo tecnológico no solo alcanza al material deportivo, extendiéndose a otros productos que inciden en el campo de la actividad física y del deporte, como ocurre con los centros de Spa, en los que se precisa el control de la pureza del agua, y de la temperatura y presión de la misma junto a una adaptación de los vasos a las condiciones de un espacio no diseñado para el uso de vasos de piscina, lo que ha supuesto una innovación en los materiales de los vasos y en las conducciones de agua.

Asimismo, el crecimiento moderado de la economía que se prevé para los próximos años estimulará la demanda de artículos deportivos. Soslayando la inevitable influencia de la moda, otros factores ligados al previsible incremento del tiempo de ocio, al creciente interés por la naturaleza y a la incesante aparición de nuevas especialidades deportivas constituirán los principales ejes en torno a los cuales girará la demanda.

En la Unión Europea, la ropa deportiva constituye en la actualidad el artículo más demandado. La confección deportiva representa un 50% del conjunto de las ventas del sector, mientras que el calzado y los artículos de deporte, de importancia similar, constituyen los otros dos grandes grupos en relación a la demanda.

Los principales fabricantes y grupos propietarios de marcas en la Unión Europea son los siguientes:

- *Adidas/Puma* (Alemania): calzado y confección deportiva.
- *Rossignol/Salomon* (Francia): equipamiento de esquí.

- *Benetton* (Italia): confección deportiva, equipamiento de esquí, patines de ruedas.
- *Wilson* (Reino Unido) y *Fisher* (Alemania): equipamiento de golf y tenis.
- *Lacoste* (Francia): equipamiento para deporte y ocio.
- *Bogner* (Alemania): confección para ocio.
- *Dunlop/Slazenger* y *Pro Kennex* (Reino Unido), *Donnay* (Bélgica): confección y equipamiento de tenis.
- *Kettler* (Alemania): equipamiento para deporte y puesta en forma.

La venta de material deportivo ha ido variando en los últimos años, apareciendo un gran incremento en la venta de material para la práctica del esquí y del golf, deportes que han pasado de ser minoritarios a presentar un número elevado de practicantes. Hace unos años ha ocurrido algo similar con la venta de bicicletas de montaña.

Como dato relevante puede destacarse que los practicantes habituales son los principales compradores de artículos deportivos quienes, debido al incremento de la cantidad y la calidad de la información de que disponen, han cambiado sus preferencias y exigencias.

Entre los artículos deportivos más frecuentemente comprados figuran el calzado (38%), la confección (31%) y los complementos (23%). Entre las mujeres, la confección adquiere un peso algo mayor, aunque no alcanza al calzado. De acuerdo a estos datos, más de la mitad de los artículos comprados corresponden a confección y complementos, productos que actualmente incluyen escaso desarrollo técnico.

Los criterios más tenidos en cuenta para adquirir los artículos deportivos son el diseño (26%), el precio (19%) y la calidad (18%). La calidad se convierte en un factor secundario, ya que el comprador lo asume como intrínseco a la marca del producto, elemento que debe ser tenido en cuenta, aunque aparezca en niveles inferiores (4%). En artículos técnicos como el calzado este hecho es de especial relevancia.

Según se desprende del estudio, realizado por Sport Panel y editado en 1995 por la Fira de Barcelona, "Escenarios de Desarrollo del Sector de Artículos Deportivos", en 1993 la facturación global de las empresas del sector fue de 224.050 millones de pesetas que, repartido entre las 670 compañías que operaban en España, suponía un volumen medio de 334,3 millones de pesetas por empresa.

Mientras que las 275 empresas productoras nacionales con marcas propias facturaron 43.250 millones de pesetas, que representaban el 19,30% del total de ventas del sector, las 395 compañías que operaban con marcas de origen no nacional sumaron 180.800 millones y alcanzaron el 80,70% de las ventas totales.

El volumen de negocio con el exterior se ha ido incrementando. Por ejemplo, las exportaciones pasaron de 26.294 millones de pesetas en 1994 a 36.502 millones en 1996, lo que supuso un incremento del 27,96%; y las importaciones pasaron de 69.629 millones en 1994 a 79.352 millones en 1996, lo que supuso un incremento del 12,25%. Hay que destacar el importante peso del calzado deportivo y de la confección. En lo referente al calzado, las importaciones realizadas suponen un 31,54% del total del sector y las exportaciones un 34,11% del total del

sector. Respecto a la confección deportiva, las importaciones ascienden a un 28,10% del total y las exportaciones representan un 22,48%.

En cuanto a la importancia dentro de la economía nacional (comercio exterior) de este sector, podemos decir por ejemplo que en 1996 las importaciones realizadas ascendieron a un 0,51% del total de las importaciones del país y las exportaciones a un 0,28% del total.

T 4. CUADRO RESUMEN DEL VOLUMEN ECONÓMICO ESTIMADO ASOCIADO AL MERCADO ESPAÑOL DE LOS ARTÍCULOS DEPORTIVOS (EN MILLONES DE PESETAS)

Artículo	Producción	Importación	Exportación	Consumo
Calzado deportivo	9.764 ⁽¹⁾	25.028	12.451	100.800
Confección deportiva	-	22.298	8.206	30.347
Balones y pelotas	8.400	3.845	1.347	-
Material duro de esquí	-	2.100	3.614	4.285
Raquetas	-	1.509 ⁽²⁾	89	4.697
Patines	-	2.950	209	-
Equipamiento de montaña	2.000	-	-	-
Fitness	5.000	-	-	-
Bicicletas	280.000 unid.	7.576	2.818	610.000 unid.
Equipamiento para golf	-	1.957	592	5.945 ⁽³⁾
Equipamiento fijo y móvil para instalaciones	5.000	-	-	-
Pavimentos deportivos	-	-	-	>6.000 ⁽⁴⁾
Gradas deportivas	-	-	-	>2.000 ⁽⁵⁾

Fuente: Libro blanco I+D en el deporte.

Notas:

⁽¹⁾ Sólo calzado deportivo de piel

⁽²⁾ Sólo raquetas de tenis

⁽³⁾ Incluye calzado, confección, equipamiento, clubes y bolas

⁽⁴⁾ Sólo compras de ayuntamientos y CC.AA.

⁽⁵⁾ Sólo clubes de fútbol español de primera división. Demanda potencial.

Es difícil conocer el número de practicantes deportivos en España, ya que muchos de ellos, sobre todo en deportes individuales, no están federados. Sólo están federados los que realizan deporte en competición a distintos niveles, y algunos deportes en los que se obliga a estar federado para realizar la práctica en instalaciones adecuadas. Las tablas que siguen recogen información referente al número de licencias federativas de diversos deportes en España, así como de los presupuestos de diversas federaciones.

T 5. NÚMERO DE LICENCIAS FEDERATIVAS

Federación	Licencias federadas a nivel estatal				Licencias en la C. Madrid	Clubes
	Varones	Mujeres	Sin Desglosar	Total		
Actividades Subacuáticas	0	0	43.170	43.170	2.647	1.256
Aeronáutica	0	0	2.324	2.324	647	297
Ajedrez	0	0	24.655	24.655	2.445	1.069

Federación	Licencias federadas a nivel estatal				Licencias en la C. Madrid	Clubes
	Varones	Mujeres	Sin Desglosar	Total		
Atletismo	13.925	6.380	0	20.305	1.843	636
Automovilismo	16.880	1.416	635	18.931	1.789	423
Badminton	2.702	2.244	0	4.946	405	185
Baloncesto	169.977	121.468	0	291.445	32.377	14.295
Balonmano	61.177	29.193	0	90.370	3.548	6.415
Béisbol y Softbol	4.158	2.118	0	6.276	501	94
Billar	2.183	46	0	2.229	168	301
Bolos	11.411	631	0	12.042	497	715
Boxeo	2.540	32	0	2.572	156	208
Caza	433.748	639	0	434.387	7.723	6.042
Ciclismo	36.109	760	0	36.869	2.890	1.766
Colombófila	4.573	151	0	4.724	78	180
Columbicultura	17.515	0	0	17.515	210	844
Dep. Discapacitados Intelectuales	2.706	1.602	0	4.308	1.013	172
Dep. Minusválidos Físicos	1.383	292	0	1.675	182	250
Dep. para ciegos	1.971	570	0	2.541	458	0
Dep. para sordos	1.561	385	0	1.946	350	67
Dep. parálíticos cerebrales	850	514	0	1.364	79	85
Deportes de invierno	2.088	1.129	37.334	40.551	31.757	369
Esríma	3.647	2.691	0	6.338	2.838	153
Espeleología	7.222	2.266	0	9.488	1.686	231
Esquí náutico	611	282	0	893	150	39
Fútbol	660.281	11.300	0	671.581	58.550	16.683
Galgos	0	0	6.400	6.400	700	419
Gimnasia	1.697	8.493	0	10.190	293	493
Golf	164.538	75.244	0	239.782	64.489	515
Halterofilia	1.279	230	377	1.886	45	144
Hípica	9.253	9.153	0	18.406	2.200	142
Hockey	3.892	2.020	0	5.912	477	107
Judo	85.374	21.309	0	106.683	32.494	945
Karate	45.649	14.186	0	59.835	16.573	1.288
Kickboxing	1.873	197	0	2.070	265	117
Lucha	6.572	1.139	0	7.711	1.391	61
Deporte de montaña y escalada	63.857	24.466	0	88.323	6.377	1.276
Motociclismo	13.516	55	0	13.571	1.229	311
Motonáutica	852	55	0	907	71	199
Natación	23.130	17.374	0	40.504	2.385	555
Orientación	1.978	1006	0	2.984	182	96
Padel	6.650	3.369	0	10.019	2.974	163
Patinaje	16.942	12.425	0	29.367	2.996	674
Pelota	25.717	552	0	26.269	2.664	718
Pentatlón moderno	266	186	0	452	40	13
Pesca y casting	88.757	4.505	0	93.262	1.620	1.444
Petanca	22.653	5.775	0	28.428	527	1.044

T 5. NÚMERO DE LICENCIAS FEDERATIVAS (Continuación)

Federación	Licencias federadas a nivel estatal				Licencias en la C. Madrid	Clubes
	Varones	Mujeres	Sin Desglosar	Total		
Piragüismo	15.272	6.183	0	21.455	798	342
Polo	612	120	0	732	102	19
Remo	5.182	1.144	0	6.326	123	259
Rugby	14.281	902	0	15.183	2.403	201
Salvamento y socorrismo	5.924	4.161	2.593	12.678	2.512	57
Squash	1.662	309	0	1.971	477	60
Surf	1.118	83	0	1.201	20	88
Taekwondo	27.088	12.427	0	39.515	4.735	815
Tenis	68.293	31.176	0	99.469	25.129	1.076
Tenis de mesa	3.176	2.258	0	5.434	430	512
Tiro a vuelo	2.126	113	0	2.239	442	52
Tiro con arco	5.270	1253	0	6.523	459	188
Tiro olímpico	54.493	3.130	0	57.623	4.600	871
Triatlón	4.943	787	0	5.730	499	260
Vela	29.427	11572	0	40.999	540	433
Voleibol	4.498	5.241	0	9.739	1.118	779
Fútbol americano	2.942	66	0	3.008	345	71
Totales	2.289.970	468.773	117.488	2.876.231	339.711	69.582

T 6. PRESUPUESTOS FEDERATIVOS EN EL AÑO 2003 (CANTIDADES EN EUROS).

Federaciones	Total	Subv. Ordin. CSD	%	ADO	%	Recursos Propios	%
Actividades							
Subacuáticas	931.916,98	302.291,78	32,44	0	0,00	629.625,20	67,56
Aeronáutica	451.309,59	343.458,53	76,10	0	0,00	107.851,06	23,90
Ajedrez	497.777,00	333.569,00	67,01	0	0,00	164.208,00	32,99
Atletismo	13.723.083,67	5.585.231,28	40,70	1.685.838,96	12,28	6.452.013,43	47,02
Automovilismo	5.686.199,00	451.133,75	7,93	0	0,00	5.235.065,25	92,07
Badminton	628.804,27	354.676,27	56,40	0	0,00	274.128,00	43,60
Baloncesto	8.629.411,40	2.269.927,40	26,30	450.707,00	5,22	5.908.777,00	68,47
Balónmano	4.098.894,88	2.098.198,88	51,19	324.546,53	7,92	1.676.149,47	40,89
Béisbol y Softbol	1.174.956,68	683.442,06	58,17	338.820,56	28,84	152.694,06	13,00
Billar	444.937,26	264.223,26	59,38	0	0,00	180.714,00	40,62
Bolos	381.093,31	200.719,05	52,67	0	0,00	180.374,26	47,33
Boxeo	920.931,48	852.421,48	92,56	0	0,00	68.510,00	7,44
Caza	1.524.456,63	277.406,76	18,20	0	0,00	1.247.049,87	81,80
Ciclismo	3.961.980,69	2.172.294,38	54,83	535.351,48	13,51	1.254.334,83	31,66
Colombófila	295.791,30	68.782,23	23,25	0	0,00	227.009,07	76,75
Columbicultura	284.618,30	68.782,23	24,17	0	0,00	215.836,07	75,83
Deportes de invierno	4.306.319,65	2.672.038,15	62,05	36.060,72	0,84	1.598.220,78	37,11
Esgrima	2.087.713,76	1.471.158,01	70,47	186.313,75	8,92	430.242,00	20,61

Federaciones	Total	Subv. Ordin. CSD	%	ADO	%	Recursos Propios	%
Espeleología	254.657,39	139.378,39	54,73	0	0,00	115.279,00	45,27
Esquí náutico	315.520,48	262.563,41	83,22	0	0,00	52.957,07	16,78
Fútbol	66.857.797,00	5.250.406,30	7,85	0	0,00	61.607.390,70	92,15
Galgos	203.134,18	28.138,18	13,85	0	0,00	174.996,00	86,15
Gimnasia	3.487.633,77	2.160.451,93	61,95	520.476,44	14,92	806.705,40	23,13
Golf	12.431.943,94	559.093,94	04,50	0	0,00	11.872.850,00	95,50
Halterofilia	989.957,26	852.736,04	86,14	85.644,22	8,65	51.577,00	5,21
Hípica	2.836.059,00	1.781.693,63	62,82	216.965,38	7,65	837.399,99	29,53
Hockey	2.877.252,27	1.825.495,34	63,45	536.403,27	18,64	515.353,66	17,91
Judo y DD.AA.	3.045.918,24	1.709.746,27	56,13	492.829,93	16,18	843.342,04	27,69
Karate	1.245.983,99	808.596,99	64,90	0	0,00	437.387,00	35,10
Kickboxing	217.801,51	101.415,52	46,56	0	0,00	116.385,99	53,44
Lucha	659.903,01	547.741,62	83,00	45.075,88	6,83	67.085,51	10,17
Montaña y escalada	1.314.641,42	473.973,95	36,05	0	0,00	840.667,47	63,95
Motociclismo	3.145.929,14	1.231.285,99	39,14	0	0,00	1.914.643,15	60,86
Motonáutica	354.737,43	196.868,63	55,50	0	0,00	157.868,80	44,50
Natación	6.820.265,69	3.767.125,63	55,23	1.285.264,31	18,84	1.767.875,75	25,92
Padel	682.319,31	201.722,81	29,56	0	0,00	480.596,50	70,44
Patinaje	1.184.617,92	898.014,88	75,81	0	0,00	286.603,04	24,19
Pelota	1.036.978,74	752.665,73	72,58	0	0,00	284.313,01	27,42
Pentatlón moderno	364.375,16	300.937,58	82,59	0	0,00	63.437,58	17,41
Pesca y casting	491.734,37	216.322,37	43,99	0	0,00	275.412,00	56,01
Petanca	326.795,51	198.966,27	60,88	0	0,00	127.829,24	39,12
Piragüismo	3.697.836,45	2.568.139,39	69,45	370.223,45	10,01	759.473,61	20,54
Polo	66.341,31	43.525,30	65,61	0	0,00	22.816,01	34,39
Remo	2.651.648,76	2.164.175,67	81,62	139.735,29	5,27	347.737,80	13,11
Rugby	1.790.898,52	867.848,52	48,46	0	0,00	923.050,00	51,54
Salvamento y socorrismo	584.814,96	261.213,77	44,67	0	0,00	323.601,19	55,33
Squash	368.251,07	220.728,43	59,94	0	0,00	147.522,64	40,06
Surf	356.714,66	101.871,55	28,56	0	0,00	254.843,11	71,44
Taekwondo	1.730.922,07	1.049.068,97	60,61	339.572,29	19,62	342.280,81	19,77
Tenis	6.846.198,00	1.771.142,40	25,87	90.152,00	1,32	4.984.903,60	72,81
Tenis de mesa	685.916,40	487.507,79	71,07	0	0,00	198.408,61	28,93
Tiro a vuelo	236.417,12	100.593,04	42,55	0	0,00	135.824,08	57,45
Tiro con arco	667.983,95	455.413,83	68,18	0	0,00	212.570,12	31,82
Tiro olímpico	2.364.176,20	1.392.584,20	58,90	149.652,00	6,33	821.940,00	34,77
Triatlón	1.721.919,88	830.520,75	48,23	156.263,13	9,07	735.136,00	42,69
Vela	4.235.728,69	2.732.958,85	64,52	739.244,89	17,45	763.524,95	18,03
Voleibol	5.975.539,07	1.761.154,28	29,47	0	0,00	4.214.384,79	70,53
Totales	195.157.459,69	61.543.542,64	31,54	8.725.141,48	4,47	124.888.775,57	63,99

1.2 El Consejo Superior de Deportes como entidad financiadora estatal

El Consejo Superior de Deportes (CSD) está definido en la Ley 10/1990, de 15 de Octubre, del Deporte, como un Organismo Autónomo de carácter administrativo adscrito al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, a través del cual se ejerce la actuación de la Administración del Estado en el ámbito del deporte.

1.2.1 Competencias

Entre las competencias del CSD se encuentran, de acuerdo con lo establecido en el artículo 8º de la Ley 10/90, de 15 de octubre, del Deporte, modificada por la Ley 50/98, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social:

- Conceder las subvenciones económicas que procedan a las Federaciones Deportivas y demás entidades y Asociaciones Deportivas, inspeccionando y comprobando la adecuación de las mismas al cumplimiento de los fines previstos en la presente Ley.
- Promover e impulsar la investigación científica en materia deportiva, de conformidad con los criterios establecidos en la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica.

El Estado destinó en 1999 más de 8.500 millones de pesetas al deporte mientras que en el 2003 la cantidad ascendió a 98.310.238,03 € (16.382.017.897 ptas). En cuatro años se ha doblado la cantidad.

1.2.2 Proyectos I+D, presentados en 2003 ante el CSD por universidades públicas y privadas, entidades públicas y entidades sin fin de lucro

Mediante los programas económicos 422P (Universidades y Entidades Públicas) y 457A (para Entidades sin fin de lucro) el CSD ayuda y subvenciona la formación de postgrado, el intercambio y difusión científica sobre el deporte y la promoción y fomento de la Investigación en Ciencias del Deporte. Los tipos de acciones y finalidad de los proyectos contemplados son:

- *Apartado 1:* Apoyo científico, desarrollo tecnológico y generación de conocimiento aplicado al alto rendimiento deportivo, sobre todo de deportistas españoles integrados en programas tutelados por el CSD.
- *Apartado 2:* Estudios e informes sobre temas de interés prioritario. En particular se pretende estimular proyectos encaminados a atender temas de interés permanente y definidos por el Comité de Desarrollo del Deporte del Consejo de Europa y otros de interés prioritario para el CSD.
- *Apartado 3:* Becas para tesis doctorales y para participar en proyectos de investigación sobre el deporte. Su finalidad es estimular la participación de jóvenes graduados en proyectos de investigación relacionados con el deporte.

- **Apartado 4:** Estudios de postgrado. Su finalidad es promover la formación específica o la especialización en títulos universitarios, dentro del ámbito del deporte y con relación a nuevas profesiones o empleos que demanda el sector.
- **Apartado 5:** Actividades de difusión científica. La finalidad es promover el intercambio de información y la difusión de conocimientos, mediante la organización de reuniones de carácter científico, congresos, simposios y eventos similares, favoreciendo la participación de conferenciantes de prestigio reconocido a nivel nacional e internacional.

T 7. PROYECTOS Y SUBVENCIONES CONCEDIDAS, DISTRIBUIDOS POR APARTADOS DE LA CONVOCATORIA DE AYUDAS A UNIVERSIDADES Y ENTIDADES PÚBLICAS

Apartados	PR	SB	Subvención
I – Apoyo científico, desarrollo tecnológico y generación de conocimientos	25	13	139.704,07 €
II – Estudios e Informes	34	14	128.444,72 €
III.1 – Becas para tesis doctorales	12	4	30.314,63 €
III.2 – Becas para proyectos de investigación	1	1	4.958,25 €
IV – Estudios de postgrado	4	2	6.364,60 €
V – Actividades de difusión científica	8	5	27.430,15 €
Total	84	39	337.216,42 €

PR: Nº de proyectos presentados; SB: Nº de proyectos subvencionados.

T 8. SUBVENCIONES A UNIVERSIDADES Y ENTIDADES PÚBLICAS

Entidad	SB	Subvención
Centro de Alto Rendimiento de San Cugat	2	24.000,16
Consejería de Turismo y Deporte Junta de Andalucía	1	7.437,38
CSIC	1	16.500,00
Instituto Navarro de Deporte y Juventud. Centro de Investigación Medicina del Deporte	1	7.755,00
U. Autónoma de Barcelona	3	21.244,85
U. Complutense de Madrid	2	23.111,00
U. de Alcalá	2	2.887,50
U. de Almería	1	6.611,00
U. de Barcelona	1	2.475,00
U. de Castilla-La Mancha	2	14.583,66
U. de Extremadura	3	20.355,78
U. de Granada	3	25.657,50
U. de Huelva	1	13.222,00
U. de Murcia	1	18.241,03
U. de Valencia (Estudi General de Valencia)	2	13.216,50
U. de Valladolid	1	3.378,30
U. de Zaragoza	1	16.500,00
U. Europea de Madrid	1	10.395,00
UNED	1	7.067,78
U. Politécnica de Madrid	9	82.577,00
Total	39	337.216,42€

SB: Nº de proyectos subvencionados.

1.3 La Comunidad de Madrid y el Deporte

No cabe duda de que en la Comunidad de Madrid se está realizando un gran esfuerzo inversor en lo que se refiere a la dotación en el ámbito deportivo. Aparece además ahora una inestimable oportunidad con la posibilidad de que Madrid sea la sede de los Juegos Olímpicos del 2012. La Comunidad de Madrid, en sus Presupuestos para el 2004 dedica al deporte la cantidad de 55.369.454 €, siendo este capítulo el que mayor incremento presenta, tras el de transportes e infraestructuras, respecto al 2003.

T 9. PRESUPUESTOS DE LA CAM PARA EL 2004, EN MILLONES DE EUROS

SECTORES	2003	2004	% €
Presidencia	133,05	134,49	1,10
Justicia e Interior	366,88	399,04	8,80
Hacienda	970,22	1080,69	11,80
Economía e Innovación Tecnológica	251,00	254,57	1,40
Transportes e Infraestructuras	915,97	1.238,15	35,20
Educación	3.481,83	3.703,43	6,40
Medio Ambiente y Ordenación del Territorio	645,12	669,05	3,70
Sanidad y Consumo	4.588,45	5.052,41	10,10
Cultura y Deportes	179,38	217,81	21,40
Familia y Asuntos Sociales	705,75	811,65	15,00
Empleo y mujer	477,57	501,62	5,00
Tec. de la Información y las Comunicaciones	167,72	166,29	-0,90
Otros	616,90	590,40	-4,30
Total	12.626,85	13.847,62	9,67

1.4 Posibilidades tecnológicas

Para una mejor visión de los puntos de actuación en los que el desarrollo tecnológico deportivo puede intervenir, se han segmentado en tres campos siguiendo la propuesta del "Libro Blanco de la I+D en el Deporte":

- *Productos y equipamientos para uso de los deportistas.* Este grupo lo integran todos aquellos que son utilizados personalmente por los deportistas. Este grupo puede subdividirse en equipamientos básicos (los imprescindibles para la práctica deportiva) y equipamientos complementarios (no imprescindibles). Además se puede establecer una segunda subdivisión según el uso individual (equipamiento personal) o compartido que se le de al equipamiento básico y según el objetivo de utilización del equipamiento complementario (rol funcional o puramente formal).
- *Productos y equipamientos que integran las instalaciones deportivas.* Un segundo grupo lo componen los equipamientos que integran la instalación, que son todos aquellos equipamientos fijos y móviles necesarios para la práctica deportiva y que se hallan contenidos en dicha instalación; por ejemplo, los pavimentos, las gradas para espectadores y elementos como las porterías, las canastas, equipos de gimnasia, aparatos de entrenamiento, etc., aunque

lógicamente el número y especificidad de dicho material depende del tipo de deporte o deportes a practicar en dicha instalación. También pueden agruparse en equipamientos básicos y complementarios según sean imprescindibles o no para la práctica deportiva. Los equipamientos básicos para la instalación se subdividen en reglamentarios (aquellos que vienen definidos por el reglamento deportivo) y normativos adicionales (aquellos recomendables por normativas de seguridad, etc).

- *Productos y equipamientos para el control de deportistas e instalaciones.* Por último, los productos y equipamientos utilizados para el control de deportistas y de instalaciones incluyen todos los equipamientos para el control de la capacidad física de los deportistas o su valoración funcional; por ejemplo, "máquinas inteligentes" que programan la intensidad y duración del trabajo físico en función de unos datos previos respecto a la condición física del usuario y a la programación según los objetivos deseados por dicho usuario. Incluye también los equipos y aplicaciones para la gestión de instalaciones deportivas, como pueden ser programas que controlen el uso de instalaciones, el control de acceso, el control de calidad de agua en piscinas o la intensidad lumínica en función de la luz natural o control de la temperatura.

2. Implantación de las TIC en el deporte e identificación de necesidades

2.1 Introducción al Análisis Biomecánico

La Biomecánica Deportiva aplica las leyes de la mecánica a los movimientos realizados durante la práctica de la actividad física y el deporte con el objetivo principal de mejorar el rendimiento del deportista. Estudia el funcionamiento del cuerpo humano y los movimientos realizados en el ámbito de la Actividad Física y el Deporte a través de la Mecánica. La Biomecánica Deportiva utiliza los métodos científicos de la Mecánica para estudiar los efectos de las fuerzas sobre el deportista. Estudia en particular la forma en que se realizan los movimientos deportivos. También considera aspectos del comportamiento de los implementos, zapatillas y superficies donde estos afectan al rendimiento y a las lesiones.

Además de la importancia que tiene su aplicación en el deporte de competición, la Biomecánica Deportiva ha ganado considerable prestigio porque ayuda también de forma directa o indirecta a mejorar la práctica deportiva de cientos de millones de personas. Pensemos por ejemplo en el calzado deportivo; durante 1990 en EE.UU. el calzado deportivo movió la nada despreciable cifra de negocio de 1 billón de pesetas o, lo que es lo mismo, se vendieron 400 millones de pares, algo más de un par y medio por persona. En España, evidentemente, el mercado fue más reducido, algo menos de 100.000 millones de pesetas, aunque se halla en crecimiento constante. Las empresas *Nike* y *Reebok*, que acostumbran a publicitar sus productos con argumentaciones biomecánicas, obtuvieron unos beneficios netos de 30.000 millones y 22.000 millones de pesetas.

El Análisis Biomecánico se define como el proceso de obtención y tratamiento de información biomecánica con el fin de investigar y evaluar el movimiento humano. Debe tenerse en cuenta que la Biomecánica es una ciencia principalmente experimental y que los conocimientos que genera provienen de la investigación.

Las principales técnicas de Análisis Biomecánico son:

- *Sistemas de Fotogrametría Vídeo.* A partir de imágenes registradas con cámaras de vídeo se busca determinar la posición espacial de puntos del cuerpo humano.
- *Plataformas Dinamométricas.* Son una de las técnicas más utilizadas debido a su sencillez y rapidez. Una plataforma dinamométrica registra las tres componentes de la fuerza resultante aplicada sobre la misma a frecuencias de muestreo que pueden alcanzar los 1000 Hz. También calcula las coordenadas 2D del punto de aplicación de la fuerza.
- *Electromiografía.* Esta técnica permite el registro de la señal eléctrica originada durante la contracción muscular. Se trata de una técnica no invasiva, es decir, la señal es captada mediante electrodos superficiales pegados al cuerpo.

2.1.1 Introducción a la Fotogrametría Vídeo

La Fotogrametría estudia la forma y el movimiento de los cuerpos a partir de imágenes tomadas mediante sistemas tales como la fotografía, el vídeo, los rayos X, la Resonancia Magnética Nuclear, la Tomografía Axial Computarizada o los ultrasonidos. La fotogrametría permite la obtención de las coordenadas 3D de un punto a partir de las coordenadas 2D del punto proyectadas en dos o más planos (imágenes).

Existen numerosos procedimientos matemáticos para el cálculo de las coordenadas tridimensionales de un punto mediante la fotogrametría, siendo el más utilizado de todos el procedimiento denominado *Direct Linear Transformation (DLT)*. A pesar de que el algoritmo data de los años 70, hoy en día se sigue utilizando debido a la simplicidad del protocolo experimental ligado a este procedimiento y a la elevada exactitud que se obtiene, que puede ser del orden del milímetro.

2.1.1.1 Sistemas de Fotogrametría Vídeo 3D con digitalización manual

En Biomecánica, entendemos por adquisición de datos el proceso de obtención de medidas de magnitudes mecánicas del movimiento a partir de determinadas técnicas instrumentales capaces de registrar información durante la ejecución del propio movimiento. La técnica de adquisición de datos se compone de dos fases:

- *Registro de datos.* También llamada captura de datos, es la parte del proceso donde se registra información directamente del movimiento a través de los distintos tipos de biosensores o biocaptadores de posición y ángulos (sistemas fotosensibles CCD, potenciómetros), de aceleración y de fuerza (sensores piezoeléctricos, galgas extensométricas), y activación muscular (electrodos). En el caso que nos ocupa el sistema de captura lo forman cámaras de vídeo. El registro de datos consistirá en la filmación del movimiento del cuerpo y de los puntos de control.
- *Procesamiento de datos.* Es la parte del proceso donde la información registrada electrónicamente se transforma (gracias a una calibración previa) en los datos finales o

medidas que en el caso de la Biomecánica corresponden a variables cinemáticas y dinámicas. En función del procesamiento, se distinguen dos tipos de sistemas de fotogrametría vídeo: 1) Sistemas de Fotogrametría Vídeo con digitalización manual, en los que el procesamiento requiere de un operario que marca los puntos en cada imagen y 2) Sistemas de Captura Automática del Movimiento (SCAM), en los que el sistema obtiene de forma automática las coordenadas 3D de marcadores pegados al cuerpo del sujeto.

FIGURA 1. *Esquema de un sistema de fotogrametría.*

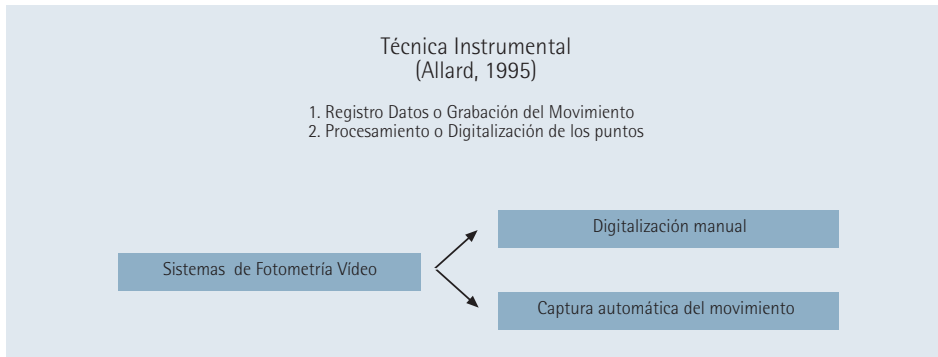


FIGURA 2. *Ejemplo de digitalización manual.*



2.1.1.2 Sistemas de Captura Automática del Movimiento

Son sistemas que determinan la posición 3D de los marcadores de forma automática o semiautomática evitando por tanto la digitalización manual de los puntos. La fotogrametría con digitalización manual ha supuesto en muchos casos un factor que ha limitado el desarrollo de la Biomecánica Deportiva especialmente en su aplicación al mundo del deporte de competición. El largo periodo de tiempo entre la filmación y los resultados (días o semanas) ha dificultado su utilización como una herramienta de análisis de la técnica dentro del proceso de entrenamiento deportivo.

Los sistemas con digitalización asistida existen desde los años 80. Sin embargo, su utilidad en Biomecánica Deportiva fue en sus comienzos cuestionada por los expertos principalmente debido a dos causas: 1) Necesidad de colocación de marcadores en el cuerpo del sujeto, lo que atenta contra la validez externa haciendo además imposible su uso en competición oficial y 2) Sólo pueden utilizarse en interiores y en condiciones preferiblemente de laboratorio. Sin embargo, este tipo de tecnología de captura del movimiento mejora día a día y se puede decir que en no mucho tiempo empezarán a utilizarse masivamente en los laboratorios de Biomecánica Deportiva. En última instancia, es el especialista en Biomecánica Deportiva quien puede decidir en función de los objetivos de su grupo de investigación qué sistema es apropiado para el laboratorio: un sistema clásico manual puede ser utilizado durante la propia competición, pero requiere un procesamiento posterior que puede durar semanas; un sistema de captura automática es utilizable solo en el laboratorio (para cualquier movimiento que pueda desarrollarse en el espacio del laboratorio), pero puede darnos los primeros resultados a los pocos minutos.

El desarrollo de la electrónica y la informática ha influido decisivamente en la mejora de los sistemas de captura de movimiento. El primer sistema basado en cámaras de vídeo para registrar y analizar en tiempo real el movimiento de puntos del cuerpo humano (mediante marcadores) se desarrolló en la Universidad Politécnica de Delft (Holanda) en el año 1967. Este sistema utilizaba una cámara de vídeo y un interfaz con el ordenador para obtener las coordenadas de los marcadores directamente de la señal de vídeo. Las características básicas, así como el algoritmo para la identificación de marcadores, han seguido utilizándose en versiones comerciales. Este sistema fue la base para el sistema multicámara de la Universidad de Strathclyde, que a su vez dio lugar al primer sistema comercial *Vicon* (1980), firma que aún mantiene el liderazgo en el mercado de los sistemas de captura de movimiento.

FIGURA 3. *Marcadores pasivos reflectantes.*



2.1.2 Análisis Biomecánico en 3D

El Análisis Biomecánico se compone de una serie de procedimientos que expresados de una forma secuencial son los siguientes: 1) Fase Inicial o Anteproyecto (se plantea el problema, se definen los objetivos y se diseña la investigación), 2) Desarrollo del modelo mecánico (se definen las variables o parámetros mecánicos), 3) Adquisición de datos, 4) Tratamiento de datos y 5) Análisis e interpretación de los resultados.



Posiblemente la fase más importante del Análisis Biomecánico es el diseño de la investigación y dentro de ésta la selección de la técnica de adquisición de datos. A la hora de seleccionar la técnica de adquisición de datos deben tenerse en cuenta los siguientes elementos: precisión de los datos, validez externa (interferencia de las técnicas instrumentales con el sujeto o el movimiento), frecuencia de muestreo, coste del procesamiento, compatibilidad con el modelo mecánico y compatibilidad con el diseño experimental.

Cuando lo que se pretende es realizar un Análisis Biomecánico en tres dimensiones, claramente, la mejor alternativa es recurrir a la Fotogrametría Vídeo. Como ya ha sido detallado en el apartado anterior, debe diferenciarse entre la fotogrametría vídeo con digitalización manual (sin marcadores) y sistemas de captura automática (con marcadores pasivos pegados al cuerpo). En el primer caso, se trata de una técnica totalmente inocua (no invasiva), que proporciona una suficiente precisión pero que necesita de un procesamiento lento y tedioso. Esta técnica tiene gran utilidad en investigación básica y menor en Biomecánica aplicada al entrenamiento de la técnica. En cambio, la fotogrametría con digitalización automática atenta claramente contra la validez externa (el sujeto lleva marcadores pegados y ejecuta el movimiento dentro de un laboratorio en un espacio normalmente reducido) pero reduce drásticamente el tiempo de procesamiento; esta técnica es útil en investigación aplicada.

FIGURA 5. *Sistemas de fotogrametría manuales o automáticos.*

		Investigación en Biomecánica Deportiva		
		Precisión	Validez Ext.	Procesado
	Fotometría, Digitalización Manual	-	+	horas
	Sistemas de Captura Automática	+	-	minutos

Las principales aplicaciones del análisis biomecánico en 3D son:

- *Optimización (mejora) de la técnica deportiva.* El elemento más necesario e imprescindible para iniciar un entrenamiento es el establecimiento de una técnica teóricamente correcta o ideal. El entrenador necesita tener un patrón de técnica con el que comparar los movimientos realizados por sus deportistas. El patrón establece las relaciones entre las variables biomecánicas del gesto y el criterio de eficacia. El criterio de eficacia es la medida del resultado del gesto: el tiempo en natación o atletismo, la distancia alcanzada, el número de goles o la puntuación dada por el juez. Uno de los objetivos fundamentales de la Biomecánica Deportiva es el desarrollo o diseño de patrones universales de técnica que puedan ser adaptados a cada individuo convirtiéndose así en su técnica individual ideal. Esta es una tarea muy complicada debido a la complejidad del gesto deportivo sobre todo en el ámbito del alto rendimiento. Esta complejidad se demuestra al comprobar las pequeñas diferencias encontradas en los resultados de una competición deportiva entre el ganador y los seguidores. En este caso, lo más apropiado es la utilización de sistemas de fotogrametría manuales ya que ofrecen una gran validez externa, sin embargo, los sistemas automáticos no deben descartarse completamente.
- *Apoyo científico al entrenamiento deportivo.* La Biomecánica participa de manera intensa en el proceso de aprendizaje o de perfeccionamiento de la técnica realizando lo que se llaman estudios de apoyo y seguimiento del entrenamiento. Gracias a la utilización de técnicas experimentales propias de la Biomecánica, se realizan estudios de la técnica del deportista tanto durante las sesiones de entrenamiento como en competición. A través de estos estudios se evalúa objetivamente la técnica del deportista y se informa al entrenador de los posibles errores detectados. En esta ocasión el propósito es bien distinto al caso de la optimización de la técnica deportiva. Ahora se pretende apoyar el proceso de entrenamiento deportivo con un fin muy claro: conseguir que el deportista alcance los mejores resultados posibles. Dado que el objetivo principal es hacer llegar al deportista los resultados del análisis lo antes posible, en esta ocasión, lo conveniente es utilizar sistemas de captura automática del movimiento en 3D.

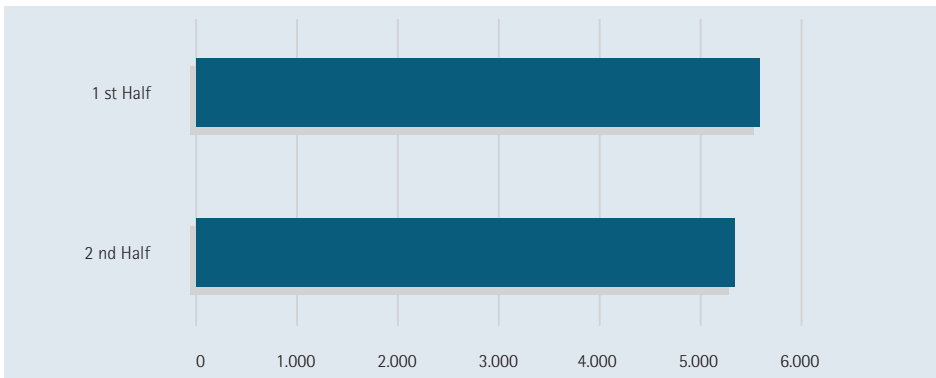
2.1.3 Análisis biomecánico en 2D

Una aplicación interesante de la Fotogrametría con digitalización manual es el estudio de puntos que se mueven en un plano, como por ejemplo el movimiento de jugadores de fútbol, árbitros, etc. Se trata del cálculo de la posición de la proyección del centro de masas del sujeto

en el plano del campo de juego. Conocida su posición a lo largo del tiempo, se pueden estimar distintas variables cinemáticas:

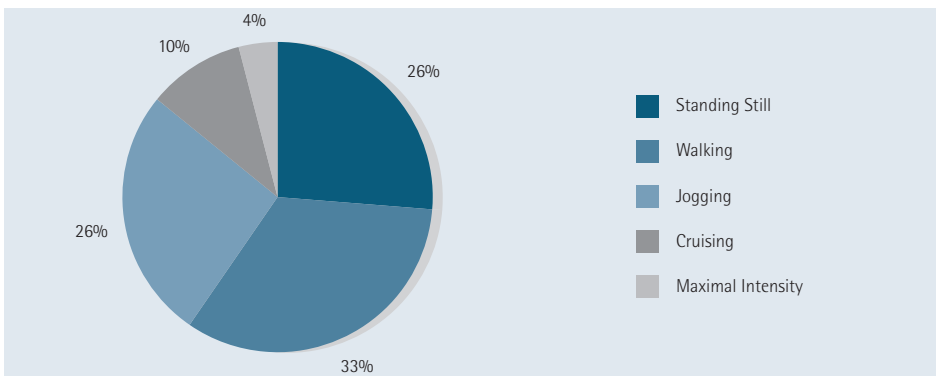
- *Distancias entre sujetos.* Distancias entre los jugadores en un instante determinado del partido; distancia del fuera de juego (distancia entre defensor y atacante en el instante de salida del balón); distancia del árbitro al punto donde se produce una falta.
- *Distancias totales recorridas.* Distancia recorrida por un jugador o un árbitro durante todo el partido o durante un intervalo determinado (segundo tiempo, últimos cinco minutos).

FIGURA 6. Gráfico de la distancia recorrida por un árbitro.



- *Velocidades.* Distribución de velocidades a lo largo del partido.

FIGURA 7. Distribución de velocidades de un árbitro durante el Campeonato del Mundo Fútbol Sub-17 en Finlandia 2003.



2.1.4 Conclusiones

A continuación se comentan necesidades que permiten plantear posibles líneas de actuación en este ámbito:

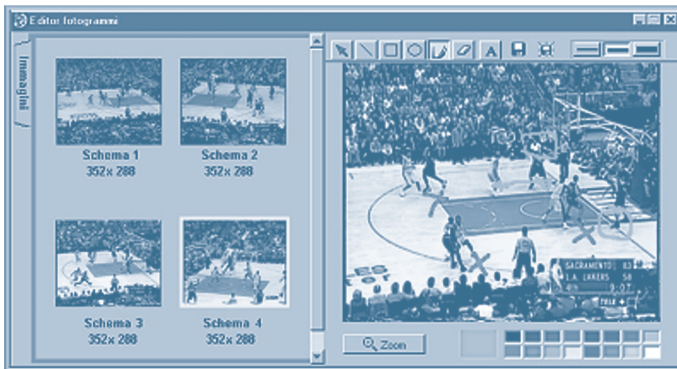
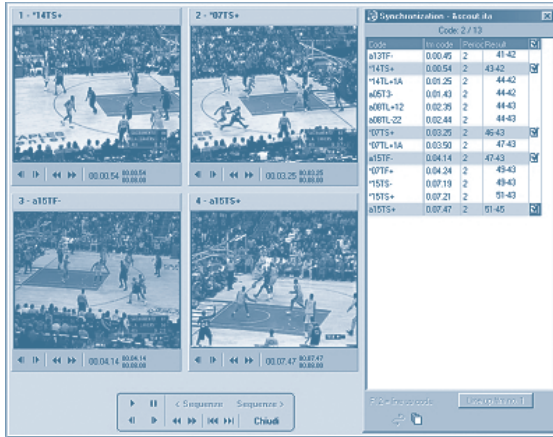
1. *Sistemas de Fotogrametría 3D Manuales.* Son sistemas con tendencia a desaparecer, pero sin embargo hoy por hoy totalmente necesarios. Existen en el mercado sistemas comercializados donde el coste del software puede alcanzar en algunos casos los 6000 euros. Teniendo esto en cuenta, se propone la siguiente línea de actuación:
 - Desarrollo y comercialización de un sistema de fotogrametría manual de bajo coste.
2. *Sistemas de Fotogrametría 2D Manuales.* Aunque existen en el mercado sistemas de estas características desconocemos la existencia de sistemas automáticos que reconozcan la posición de los jugadores en el terreno de juego sin intervención del usuario. Se propone por tanto la siguiente línea de actuación:
 - Desarrollo y comercialización de un sistema de captura automática del movimiento en 2D.
3. *Sistemas de captura automática del movimiento en 3D.* Aunque existen en el mercado sistemas de estas características tienen dos problemas principales: deben ser utilizados en interiores y necesitan que el sujeto lleve marcadores reflectantes pegados a su cuerpo. Se proponen por tanto las siguientes líneas de actuación:
 - Desarrollo y comercialización de un sistema de captura automática del movimiento en 3D con marcadores adecuados para su utilización en exteriores.
 - Desarrollo y comercialización de un sistema de captura automática del movimiento en 3D sin marcadores o con marcadores planos.

2.2 Sistemas de análisis táctico

En este punto presentaremos de forma resumida distintas aplicaciones software desarrolladas con el objetivo de proporcionar una ayuda a los entrenadores para analizar de forma exhaustiva, y a través de herramientas multimedia, las distintas situaciones tácticas que se producen en los deportes. En la actualidad este tipo de software está muy introducido en el voleibol, fútbol americano y baloncesto, y cada vez va adquiriendo más importancia en otros deportes como el fútbol, balonmano, rugby, etc. A pesar de que los ejemplos que expondremos a continuación están basados en el baloncesto, todos ofrecen el mismo tipo de productos aplicado a cualquier deporte.

2.2.1 Data Project Sport Software (www.dataproject.com)

Quizá el programa más utilizado en la actualidad debido fundamentalmente a su facilidad de uso y su bajo coste. Permite realizar montajes de imágenes a partir de la grabación digital del partido e introduciendo distintos códigos. También se utiliza como base de datos, ya que permite almacenar los distintos montajes. Su utilidad no solamente va orientada al análisis táctico, sino que sirve también para el análisis de los distintos jugadores, el estudio de la actuación arbitral, etc. Permite mejoras individualizadas, de tal forma que, en función de las necesidades del cliente, se pueden realizar pequeñas adaptaciones del programa.

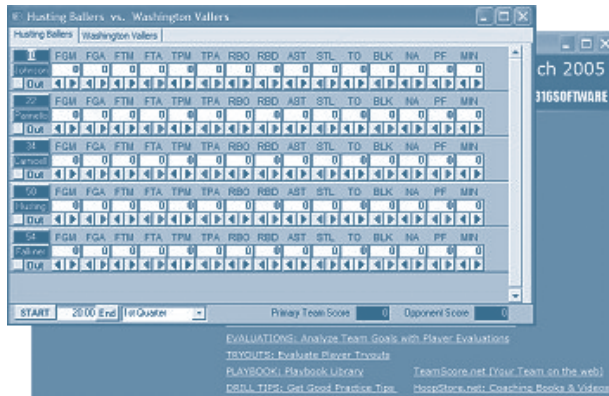


GIJCADTORE	PT	MIN	FF	FS	TIRI DA 2	SC	TIRI DA 3	TIRI LIBERI	RO	RD	RT	SD	SS	PP	PR	AS	VAL	OER			
Fisher Derek	3	18	1	0	1	0%	1	3	33%	1	2	2	4	1	1	1	6	0.00			
George DeSean	12	22	1	4	3	4 75%	1	2	50%	4	5	80%	1	1	2	5	18	1.18			
Hony Robert	1	23	4	3	3	5 50%	1	5	20%	2	2	100%	1	1	2	1	5	3	0.85		
McCoy Jelany	7	7	2	3	3	0	2	2	100%	2	2	100%	2	2	1	4	8	0.87			
Bryant Kobe	27	1	2	0	8	75%	3	2	7 29%	4	4	100%	3	2	5	2	3	24	1.19		
Hunter Lindsey	4	4	1	1	1	0	1	1	50%	1	2	50%	1	1	1	1	1	0.00			
Medvedenko Stanislav	4	18	2	1	1	0	1	3	33%	1	1	2	1	1	1	1	3	1.00			
Fox Rick	12	20	2	4	3	7 43%	1	3	33%	3	4	75%	4	5	10	1	1	2	19	0.82	
Shaw Brian	10	27	3	5	4	5 44%	2	0	2 0%	2	2	100%	5	5	1	1	10	0.77			
O'Neil Shaquille	12	21	4	1	0	0 67%	1	1	2 50%	1	5	8 0	1	1	1	1	12	1.18			
Team	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	0	0.00		
TOTAL	90	200	19	25	25	44 67%	6	7	24 28%	19	23	83%	12	23	3	2	1	15	23	113	0.94

2.2.2 Assistant Basketball Coach (www.316software.com/abc)

Se trata de un programa de las mismas características muy introducido en Estados Unidos. La mayoría de estos programas, además del tratamiento de imágenes, sirven como programas estadísticos que permiten estudiar las características de cada equipo y cada jugador. En este caso específico, este programa en concreto funciona como una base de datos estadística.

FIGURA 9. El software Assistant Basketball Coach.



2.2.3 Digital Scout (www.digitalscout.com)

Es muy parecido a los anteriores. Combina la oferta de dos productos: Chalkboard (para diseñar gráficamente distintas situaciones) y PowerBoard (para importar imágenes).

FIGURA 10. El software Digital Scout.



2.2.4 Digital Video Sport (www.dvs-sport.com)

Realizado por una de las pocas empresas españolas, en la actualidad han conseguido tener mucha importancia en el mundo del baloncesto, ya que ha firmado un acuerdo con la liga profesional, aunque últimamente han abierto un nuevo mercado en el hockey sobre patines y el fútbol.

Es una herramienta que permite evaluar colectiva e individualmente a equipos, jugadores y árbitros, y elaborar videos tácticos sobre los movimientos más característicos del equipo rival o de jugadores. Ofrecen también la posibilidad de realizar ellos mismos el *Scout* del rival o el diseño de páginas web vinculadas al mundo del deporte.

2.2.5 Otros programas de las mismas características

Presentamos a continuación una lista de otras aplicaciones software similares a las descritas anteriormente, por lo que no se incluye su descripción detallada, remitiéndonos a las páginas web de sus fabricantes para más detalles.

- ARKDIGITAL SYSTEMS (www.arkdigitalsystems.com).
- LRSSports (www.lrs.com/LRSSports) o (www.LRSSports.com).
- PINNACLE SYSTEMS (www.pinnacleteamsports.com).
- GECA SPORT (www.sdifutbol.com). Es una empresa española que ha diseñado una página web donde se dedica a analizar partidos y ofrecer a los clubes dichos análisis (informe videográfico, datos estadísticos, bases de jugadores).

2.2.6 Identificación de necesidades

En general se observa que este tipo de software está siendo muy utilizado en los deportes de equipo. Probablemente la mejora de este tipo de programas pueda venir por un aumento en la velocidad del montaje o en la velocidad de la gestión de datos. Desde nuestro punto de vista,

una de las mejoras fundamentales sería conseguir realizar el montaje al mismo tiempo que se captura el partido.

La mejora también puede venir dada por la automatización de distintos procesos. Es decir, vincular distintas secciones del programa de tal forma que las estadísticas aparezcan vinculadas a las imágenes, y que las imágenes nos permitan generar rápidamente esquemas más fácilmente observables a partir de los gráficos utilizados en estos deportes.

Otra mejora que puede ser muy significativa es la posibilidad de realimentar estos sistemas de análisis táctico con otros sistemas que detecten automáticamente la posición individual de los jugadores en cancha, de los que hablaremos posteriormente.

2.3 Sistemas de gestión y presentación de contenidos de video

En los últimos años se han producido importantes avances en los sistemas de descripción, almacenamiento, gestión y transmisión de datos de video. Esto hace posible la existencia de aplicaciones que gestionan los contenidos de video como si se trataran de bases de datos de texto. La posibilidad de interactuar con una base de datos de video abre excelentes posibilidades para los sistemas de entrenamiento. Entre ellas podemos citar:

- Posibilidad de seleccionar el contenido de grandes bases de datos de video mediante descripciones semánticas: tipos de movimientos, de jugadas, deportista o jugador, equipos, fechas, etc...
- Posibilidad de presentar resúmenes visuales de grandes bases de datos de información, con objeto de facilitar las búsquedas.
- Posibilidad de crear bases de datos de video propias, con indexación por contenido e incorporación de resúmenes visuales.

Los sistemas de análisis y recuperación de contenidos de video juegan un importante papel. Estos sistemas posibilitan:

- La segmentación (manual o automática) del video en secuencias, escenas, tomas y frames.
- La generación automática de resúmenes y tablas de contenido de video.
- La recuperación de información de la base de datos.

Para realizar las anteriores tareas estos sistemas deben ser capaces de efectuar las siguientes operaciones sobre la cadena de video:

- *Extracción de características.* La efectividad de un esquema de indexación depende fuertemente de la efectividad de los atributos o características que se utilicen en la representación de contenidos. El problema que se presenta en este punto es que los atributos que se pueden extraer de forma relativamente sencilla mediante técnicas de tratamiento de imagen (como por ejemplo el color, la textura, la forma, los objetos, su disposición, y su movimiento), no son adecuados directamente para su manejo como elementos de indexación

de alto nivel en una base de datos de video. Los elementos de indexación deben contener información de tipo semántico sobre la escena (escena de gol, canasta, llegada a meta, falta, *sprint* final, etc...). Este tipo de atributos de carácter semántico no es sencillo de obtener.

- *Análisis de estructura.* Tiene como objetivo fundamental la extracción de la estructura temporal de dicho archivo. Es decir, dado un archivo de video, se divide en secuencias, las cuales a su vez se dividen en escenas, que a su vez se dividen en tomas, que finalmente se dividen en *frames*. Para ello es necesario detectar los límites temporales de esos elementos constitutivos e identificar bloques con contenido coherente y relacionado. Existen muchos algoritmos, de efectividad y robustez variable. Una vez extraída la estructura, el siguiente paso es crear una tabla de contenidos de video.
- *Abstracción de video.* Esta operación busca la creación automática de un resumen de la cadena de video, que represente adecuadamente sus contenidos. Este es un paso fundamental para la representación de contenidos de video y para la navegación por bases de datos de video. El objetivo es extraer un subconjunto de la cadena de video original, que pueden ser *keyframes* (imágenes fijas), o secuencias cortas importantes.

Los procedimientos mencionados anteriormente (extracción de características, análisis de estructura o abstracción de video) sirven para obtener los denominados metadatos. Basándose en la información de los metadatos, es posible crear índices y tablas de contenido de video y clasificar las secuencias en categorías visuales o mediante una estructura de indexación. Como en el caso de una base de datos tradicional, son necesarias herramientas para utilizar los índices y el contenido de los metadatos en el recorrido, búsqueda y obtención de información de las bases de datos de video. Actualmente, la búsqueda y recuperación de datos de video es mediante frases o palabras clave. Es necesario investigar en procedimientos prácticos que permitan utilizar características visuales o metadatos para realizar las búsquedas.

En este sentido, es posible utilizar el estándar MPEG-7 para indexación de contenidos multimedia. Este estándar, realizado por el *Moving Pictures Expert Group* (MPEG), proporciona una descripción estandarizada de los diversos tipos de contenido multimedia, junto con descripciones de las preferencias de usuario e historiales de uso. La parte normativa del estándar se centra en la codificación de los descriptores y los esquemas de descripción. El estándar no considera la extracción de los descriptores ni los motores de búsqueda que utilizarán las descripciones. Se centra en posibilitar el intercambio de contenidos entre diferentes proveedores y el desarrollo de aplicaciones que utilicen este estándar sin que tengan que estar adscritas a un proveedor de contenidos específico.

Presentaremos a continuación algunos sistemas que hacen uso de información de bases de datos de video que pueden utilizarse en el ámbito deportivo, para tener una idea del estado actual de la tecnología.

- La empresa *Virage, Inc.*, (www.virage.com), ofrece tecnología que permite procesar texto, voz y video e identificar y ordenar los conceptos principales del contenido. Sus productos están orientados a comunicar, compartir, gestionar, almacenar y distribuir video y multimedia de forma automática, eliminando la necesidad de procesos manuales. Concretamente, ofrece los siguientes tipos de productos y soluciones:

- Una solución de gestión de contenidos para almacenar, catalogar, gestionar, recuperar y distribuir video, audio y otros contenidos multimedia.
 - Una solución de planificación y producción de *webcasts* interactivos y en directo.
 - Una herramienta de monitorización y gestión de contenidos en tiempo real, orientada a noticias.
 - Una herramienta de análisis de programas de video orientada a la detección de actividades importantes, poco frecuentes o sospechosas.
- *Iris Technologies, Inc.*, (www.iristech.com), ofrece dos soluciones relacionadas con la gestión de contenidos de video:
 - *VideoTizer* es un sistema de grabación, marcado y etiquetado de video, que permite el acceso inmediato a secuencias de clips de video etiquetadas.
 - *Landro Play Analyzer* es una evolución del sistema anterior que permite clasificar y marcar los eventos relevantes de un partido de fútbol americano. Proporciona herramientas que permiten a los entrenadores de los equipos utilizar videos de partidos y recorrerlos seleccionando eventos de interés, como ayuda a sus sesiones de entrenamiento.
 - *Verint Corporate*, (www.verintsystems.com), es una empresa que realiza software de análisis de comunicaciones y de video digital para seguridad y vigilancia, así como aplicaciones de inteligencia empresarial. Ofrece soluciones de grabación de video con opciones de captura y análisis en función de criterios específicos y patrones de comportamiento. Sin embargo, sus soluciones están orientadas al ámbito de la seguridad y de la gestión empresarial, no al deporte.
 - La empresa *StreamSage*, (www.streamsage.com), está dedicada a la creación de software para organizar y gestionar contenidos audiovisuales. Sus productos software recorren el contenido audiovisual y desarrollan una descripción contextual del contenido, una sincronización de contenidos multimedia y su catalogación para aplicaciones de gestión del conocimiento.

Partiendo del estado del arte establecido en las líneas anteriores, podemos identificar las necesidades existentes en los sistemas de este tipo:

- En primer lugar, parece existir una falta de iniciativas empresariales españolas en este ámbito.
- En la actualidad, los sistemas de análisis y segmentación sólo son robustos utilizando características de bajo nivel o comprensibles sólo para usuarios expertos (por ejemplo, histogramas de color), o bien necesitan el apoyo del audio, para el que existen procedimientos de análisis de contenido más robustos. Parece necesario contar con procedimientos de análisis y segmentación por contenido que puedan manejar características de alto nivel, de tipo semántico, manejables por usuarios sin necesidades de formación especializada.
- El software de análisis, almacenamiento y recuperación de datos en bases de datos de video debe especializarse para las aplicaciones de entrenamiento y docencia deportiva.
- Sería de mucha utilidad contar con sistemas que permitan la gestión remota de contenidos de video y presentación remota de los mismos, utilizando las posibilidades de Internet.

3. Planteamiento de mejoras

En esta sección se plantean posibles soluciones existentes basadas en TIC para las necesidades planteadas en el apartado anterior. Concretamente se proponen:

- Sistemas de detección de gesto deportivo sin necesidad de marcadores, o con marcadores menos "invasivos" que los actuales (por ejemplo, marcadores planos).
- Sistemas de identificación de posición de jugadores en cancha.
- Sistemas de gestión y presentación de contenidos de video en aplicaciones deportivas.

Algunas de las ideas propuestas (o todas ellas), pueden integrarse perfectamente en un programa de mejora y perfeccionamiento del entrenamiento y rendimiento deportivo, con tiempo suficiente para dar sus primeros frutos antes de la posible Olimpiada de Madrid 2012.

3.1 Sistemas de detección de gesto deportivo con marcadores planos

Como se ha comentado en la sección anterior, uno de los problemas que surgen en los sistemas de identificación o estudio del gesto deportivo es que, o bien requieren la intervención manual de un operador que va marcando, imagen por imagen, los puntos relevantes del deportista en movimiento, o bien requieren que el deportista se coloque unos marcadores que consisten en una serie de pequeñas bolitas que el deportista se aplica a un traje especial. Ambas soluciones presentan inconvenientes. Por una parte, el marcado de los puntos relevantes trama a trama, aunque es un procedimiento muy seguro al intervenir directamente un operador humano entrenado que identifica dichos puntos relevantes, tiene como inconveniente el trabajo requerido para el marcado de secuencias de video largas. Un segundo de video implica el marcado manual de 25 imágenes, requiriéndose en cada imagen el marcado (y la posible correspondencia manual) de varios puntos. Por otra parte, la colocación de marcadores implica que el deportista lleva colocados unos "elementos extraños", que pueden resultarle molestos, afectando o incluso imposibilitando su rendimiento deportivo.

Dados estos inconvenientes, parece que sería muy conveniente un sistema que obviara la necesidad de colocar marcadores que sobresalgan del cuerpo del deportista, que tengan un volumen excesivo y que necesiten de trajes especiales para su colocación. En ese sentido, el uso de marcadores o etiquetas planas, que se pegan a las articulaciones y puntos relevantes del cuerpo del deportista, presenta grandes ventajas:

- Si mantienen una superficie moderada, se pueden adherir al deportista, independientemente del atuendo que este lleve.
- Al ser planos, interfieren muy poco en la actividad y movimientos del deportista.

Dos tecnologías pueden resultar de utilidad para diseñar sistemas basados en esta idea: Tratamiento de Imagen y RFID (*Radio-Frequency Identification*).

3.1.1 Sistema basado en técnicas de Tratamiento de Imagen

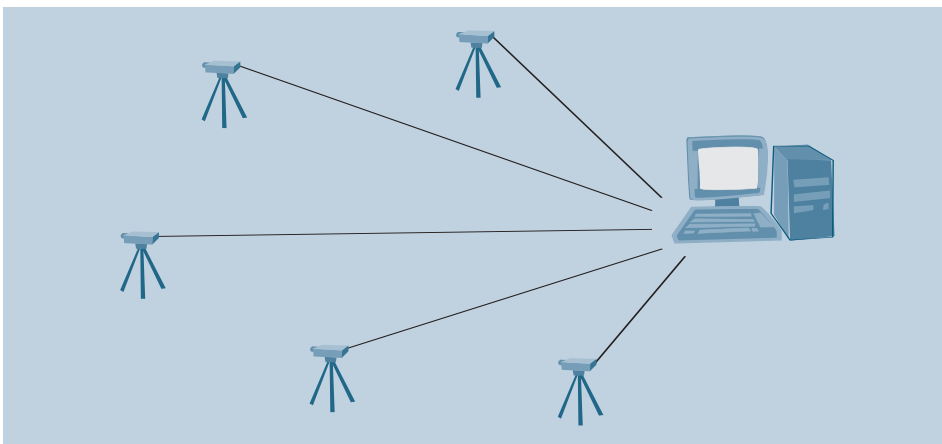
La idea fundamental es la detección y seguimiento de etiquetas coloreadas, colocadas sobre el deportista. Dichas etiquetas deben estar ubicadas en los puntos adecuados del deportista y ser de un color que permita su detección contra el fondo del traje o del cuerpo del deportista.

Los ladrillos tecnológicos que integran esta tecnología se encuentran disponibles hoy en día. Podemos citar:

- *Cámaras.* Hoy en día existen cámaras digitales de alta resolución en color a precios moderados.
- *Procesadores.* Hoy día, la velocidad alcanzada en los procesadores junto con el abaratamiento de los chips de memoria, ha hecho posible que el propio PC pueda realizar en tiempo real las tareas asociadas a las rutinas de tratamiento de imagen. Por tanto, estamos hablando de que el sistema de proceso es básicamente un PC, con el consiguiente abaratamiento de costes y las ventajas de la estandarización.
- *Interfaces.* Hoy en día, la captura de imágenes procedentes de las cámaras digitales se puede hacer de forma muy sencilla en un PC utilizando la interfaz *Firewire*. Actualmente, utilizando una placa *Firewire* cuyo coste es de tan sólo unas decenas de euros, y software estándar se pueden conectar en unos minutos una o varias cámaras digitales a un PC, y adquirir datos en tiempo real, volcándolos al disco duro o procesándolos directamente.
- *Software.* Existen una gran variedad de rutinas de tratamiento de imagen que permiten trabajar en C, C++ o Java, bajo *Windows* y que son de fácil manejo a precios moderados.

Teniendo en cuenta lo anterior, es posible plantear una mejora a los sistemas tradicionales de detección e identificación del gesto deportivo, cuya estructura sería la siguiente:

FIGURA 11. Estructura de un sistema de identificación del gesto deportivo basado en técnicas de tratamiento de imagen.



- Como puede verse en la figura anterior, el sistema consiste básicamente en un conjunto de cámaras que cubren de forma solapada una determinada zona, donde evolucionará el deportista. Este llevará pegados en los puntos relevantes de su cuerpo o traje una serie de etiquetas de colores, con la posición y reparto de colores adecuado. La visión simultánea de una etiqueta de un color adecuado por dos o más cámaras permite la triangulación y por tanto la estimación de la posición de dicha etiqueta. Utilizando la información de cada etiqueta se puede componer un modelo de la posición y el movimiento del deportista.

En la realización de un sistema de este tipo deben tenerse muy en cuenta dos aspectos:

- *Sincronización.* Todas las cámaras deben mantener la misma referencia temporal y adquirir las imágenes de forma síncrona, todas a la vez.
- *Calibración.* Cada cámara estará situada en una posición determinada y orientada para cubrir una determinada parte del campo de actuación de deportista, por lo que se requerirá un proceso de calibración espacial, necesario para la obtención exacta de la posición del objeto partiendo de la posición vista por las cámaras. Es muy conveniente que el proceso de calibración sea sencillo y rápido.

3.1.2 Un posible sistema basado en técnicas de localización por radiofrecuencia

La tecnología RFID (identificación por radiofrecuencia) es una forma de almacenar y transmitir información por vía electromagnética entre elementos denominados lectores y etiquetas.

Las etiquetas RFID son pequeños circuitos capaces de almacenar una determinada información y enviarla vía electromagnética. Pueden ser activas y pasivas. Las etiquetas activas tienen su propia fuente de energía que utilizan en el almacenamiento de la información y envío de la misma al lector RFID. Las etiquetas pasivas, en cambio, toman la energía para realizar la transmisión de la propia energía que le transmite el lector de RFID cuando se realiza la interrogación. No necesitan por tanto una fuente de energía interna, lo que permite que tengan un tamaño más reducido, pero por otra parte, su alcance es mucho más limitado que el de las etiquetas activas.

Aunque inicialmente los sistemas RFID están pensados para aplicaciones de lectura rápida de la información de la etiqueta (por ejemplo, para aplicaciones de inventario, gestión de almacenes, identificación de personas, etc..), la tecnología también puede utilizarse para realizar el seguimiento de personas u objetos dentro de un entorno determinado. En este contexto, merece la pena considerar los sistemas RTLS (*Real-Time Locating Systems*), que son redes automatizadas que monitorizan continuamente la localización de objetos o personas. Una solución RTLS utiliza típicamente etiquetas RFID activas y un sistema de posicionamiento celular para detectar la presencia y localizar las etiquetas. El sistema de localización se despliega como una matriz de dispositivos localizadores que se instalan en un espacio variable entre 1,5 metros a 30 metros.

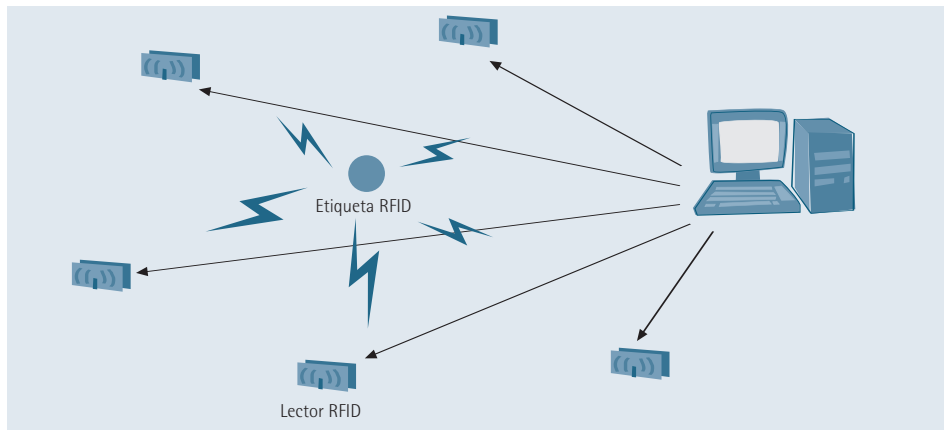
El sistema actualiza continuamente las bases de datos con las localizaciones actuales de las etiquetas. La frecuencia de actualización puede programarse y variar desde unos pocos segundos hasta algunas horas, dependiendo de los requisitos deseados para la aplicación. Esta frecuencia vendrá determinada por el número total de etiquetas y por el tiempo de vida de las mismas, ya

que cuantas más veces deban actualizar su posición, utilizarán más batería. Típicamente, los sistemas RTLS pueden realizar el seguimiento simultáneo de miles de etiquetas y el tiempo de vida de estas suele ser de unos 5 años.

El tipo de sistema y cómo se implemente determinará el nivel de precisión que se puede alcanzar. Actualmente, los sistemas existentes están orientados a la localización de personas u objetos sin restricciones muy importantes sobre la precisión ni la tasa de refresco. Una idea, sobre la que habría que analizar su viabilidad técnica, es dotar a un sistema RTLS de una precisión en el posicionamiento alta y una tasa de refresco lo suficientemente rápida como para formar parte de un sistema de identificación del gesto deportivo basado en la localización precisa de un conjunto de etiquetas RFID situadas en el cuerpo del deportista.

La arquitectura de un sistema de ese tipo es fundamentalmente la misma que la propuesta en la sección anterior para el seguimiento de etiquetas coloreadas mediante un sistema de tratamiento de imagen. La única diferencia es que la información de la posición, en vez de provenir de una serie de cámaras, proviene de una red de lectores RFID, situados alrededor de la posición donde el deportista va a efectuar sus movimientos. La figura 12 muestra el esquema.

FIGURA 12. *Estructura de un sistema de identificación del gesto deportivo basado en técnicas de localización RFID.*



Los sistemas RTLS posibilitan el seguimiento de miles de etiquetas simultáneamente, haciéndolos ideales para el seguimiento de bienes y personas en grandes instalaciones como fábricas, aeropuertos u hospitales. Su adaptación a la aplicación que se propone requiere de un estudio de viabilidad previo, que determine:

- La posibilidad de utilizar etiquetas RFID pasivas, dado que la aplicación de detección del gesto deportivo se lleva a cabo en un entorno localizado y no demasiado extenso.
- Posibilidad de disponer de etiquetas RFID activas que sean planas y deformables.
- Posibilidad de conseguir las tasas de refresco y de precisión necesarias en una aplicación de este tipo. Estos requisitos ya se han mencionado anteriormente en este apartado, y en este

aspecto el estudio de viabilidad es fundamental, con objeto de saber si la tecnología RFID actual o futura puede cumplir estos requisitos.

3.2 Sistemas de identificación de posición de jugadores en cancha

Esta aplicación surge como una consecuencia natural y tecnológicamente más viable de las posibilidades de la tecnología RFID.

La aplicación que se propone responde a una utilización casi directa de un sistema RTLS (*Real Time Location System*). Mediante un sistema de este tipo se plantea un sistema de localización y seguimiento de jugadores en deportes de cancha (fútbol, baloncesto, balonmano, hockey, etc...). En esta aplicación cada jugador lleva adosada una única etiqueta RFID activa, y alrededor de la cancha de juego se sitúan una serie de sensores. Las etiquetas activas van emitiendo de forma periódica un código que contiene la identificación del jugador y que permiten la estimación de la posición del mismo mediante triangulación con el conjunto de lectores RFID que reciben el código.

Los lectores RFID están en conexión con un sistema informático que se ocupa de estimar cada posición y de almacenar la sucesiva secuencia de posiciones y tiempos para cada jugador. Un software adecuado puede permitir luego representar la secuencia de movimientos de cada jugador o de los jugadores que se desee.

Las aplicaciones de un sistema de este tipo son muy variadas, disponiendo de un software adecuado de tratamiento y representación de los datos, y van desde la medida del rendimiento de los jugadores hasta el estudio y puesta en práctica de tácticas de juego.

La estructura de un sistema de este tipo es esencialmente similar a la planteada en la sección 3.1.2. Es conveniente mencionar que, a diferencia con los fuertes requisitos de precisión y de tiempo de refresco de la aplicación planteada en la sección 3.1.2, la planteada en esta sección es menos restrictiva.

Sobre el sistema anterior puede plantearse una variante, que es el seguimiento y posicionamiento de los deportistas utilizando técnicas de análisis de imagen. Este sistema permite un ahorro en coste respecto al sistema basado en RFID, máxime cuando en muchas instalaciones deportivas ya existen cámaras cenitales. El inconveniente es que este tipo de tecnología sólo es aplicable en deportes donde se produzca poco contacto físico: natación, voleibol, hockey e incluso fútbol. En otros deportes con más contacto físico o cercanía entre jugadores, como el baloncesto, surge la complicación adicional de separar y seguir individualmente a los jugadores, que interactúan con mucha más frecuencia.

3.3 Sistemas de gestión y presentación de contenidos de video

En esta sección se plantea el diseño e implementación de un sistema de gestión y presentación de contenidos de video orientado a aplicaciones en el ámbito deportivo.

Como tal el sistema deberá ser capaz de:

- Almacenar y gestionar una base de datos con eventos deportivos de video.

- Utilizar sistemas de indexación y difusión multimedia basados en los estándares MPEG. Es deseable que la indexación incorpore características semánticas de alto nivel en la cadena de video.
- Extraer los contenidos multimedia relevantes a partir de los propios videos. En este sentido, la extracción debe hacerse de forma que las características definitorias del segmento a extraer sean del nivel más alto posible.
- Incorporar una capa software que facilite la utilización del sistema a personal sin conocimientos de tecnología de interpretación de imágenes y de bases de datos.

Comentamos a continuación el cometido de los bloques más relevantes de un sistema de este tipo:

- *Extracción de características.* Este bloque realiza la extracción de las características semánticas relevantes de la cadena de video. La extracción puede ser manual o automática. Uno de los posibles puntos de mejora es que, hasta el momento, los sistemas de extracción automática de características funcionan mal con características semánticas de alto nivel. Otro punto de mejora muy importante, que puede dar lugar por sí mismo a un proyecto concreto, es que hoy en día no existen sistemas que permitan el marcado de videos de partidos en tiempo real (es decir, durante la misma duración del partido), con vistas a que los entrenadores tengan una realimentación rápida que les permita tomar decisiones. La tecnología para realizar una aplicación de este tipo ya está madura.
- *Descripción de contenidos audiovisuales.* Que se realizará de acuerdo al estándar MPEG-7.
- *Almacenamiento.* En una base de datos de gran capacidad y con la posibilidad de realizar búsqueda y gestión con las características y contenidos suministrados en los bloques anteriores.
- *Transmisión.* Un sistema de gestión y presentación de contenidos multimedia puede estar distribuido espacialmente, por lo que hay que prever la codificación de los contenidos a transmitir de forma que se puedan enviar eficazmente por conexiones con limitaciones en el ancho de banda. Podemos pensar, por ejemplo, en una aplicación en la que el servidor de la base de datos esté en una ciudad diferente a la ciudad donde se ejecuta la aplicación, y la transmisión de datos de video sea mediante Internet y ADSL.

Un sistema de este tipo puede tener múltiples aplicaciones. Podemos pensar, por ejemplo, en ayudas al entrenamiento en deportes de cancha (fútbol, baloncesto, etc...), y en otros deportes como atletismo, gimnasia, etc. El sistema permitiría seleccionar videos por deportista, partido, tipo de jugada, etc. El software añadido podría disponer además de facilidades para la ayuda al entrenamiento, tales como gráficos interactivos sobre el video, generación de diagramas, etc.

4. Conclusiones

Hemos considerado las posibilidades de aplicación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones a la mejora del rendimiento deportivo, incluyendo en algunos casos la mejora de los procesos de entrenamiento.

Se ha contemplado en primer lugar una panorámica del estado actual del deporte en la Sociedad Española, mencionando también el estado en la Comunidad de Madrid. Seguidamente, se ha planteado el estado del arte en diversos ámbitos del rendimiento y el desempeño deportivo en los que las TIC pueden suponer una mejora. Concretamente, se han considerado:

- Sistemas de Análisis Biomecánico, basados en Fotogrametría video 2D y 3D.
- Sistemas de gestión de contenidos de video como ayuda al entrenamiento.

Como consecuencia del estado de esos sistemas, se han identificado una serie de puntos de mejora, donde las TIC se pueden aprovechar para mejorar la calidad o las prestaciones de estos sistemas. Se trata principalmente de:

- Sistemas de Fotogrametría Vídeo 3D, mediante uso de marcadores poco invasivos.
- Sistemas de posicionamiento de jugadores en cancha.
- Sistemas de gestión de contenidos de video, con posibilidad de gestión remota.

En cada una de las anteriores propuestas, se ha hecho un estudio de la posible estructura y ventajas de la solución basada en las TIC.

5. Referencias

- Allard, P. Stokes, I. A.; Bianchi, J.P. (1995): *Three Dimensional Analysis of Human Movement*. Human Kinetics Publishers. Champaign.
- Anshel, H.K. (1991): *Dictionary of the Sport and Exercise Sciences*. Illinois: Human Kinetics. Champaign.
- Bartlett, R.M. (1997): *Introduction to Sports Biomechanics*. FN SPON, U.K.
- Forsyth, D. y Ponce, J. (2003): *Computer Vision: A Modern Approach*. Prentice-Hall.
- Gabinete de la Presidencia (2004): *Memoria 2003 del Consejo Superior de Deportes*. CSD. Madrid.
- Hidalgo, A. (2001): *Estructura y organización del deporte para todos*. En Nuevas perspectivas de Investigación en las Ciencias del Deporte. Del Villar, F. y Fuentes, J. P. Universidad de Extremadura. Cáceres. 245-252.
- Mosquera, M. J. y Puig, N. (1998): *Género y edad en el deporte*. En Sociología del Deporte. García-Ferrando, M. ; Puig, N. y Lagardera, F. Alianza editorial. Madrid.
- Mundilla, V. (2001): *Sistema de Fotogrametría Vídeo 3D*. Trabajo Fin de Carrera. Universidad Politécnica de Madrid.
- Navarro, E. (2001): *La Biomecánica deportiva aplicada al entrenamiento del equipo nacional de gimnasia artística masculina*. En Nuevas perspectivas de investigación en las ciencias del deporte, (Editado por Del Villar, F. Y Fuentes, J. P), investigación en las ciencias del deporte. Edita, 91-108.
- Pedotti, A. y Giancarlo, F. (1995): *Optoelectronic-Based Systems*. En Three-dimensional analysis of human movement, (Editado por Allard, P, Stokes, I.A.F., Bianchi, J.P, Human Kinetics, Champaign, 57-77.
- Ramiro, J.; Sánchez Bañuelos, F. y García-Ferrando, M. (1998): *Libro Blanco I+D en el Deporte*. Hernández, J. L. y Vera, P. Ministerio de Educación y Cultura. Madrid.
- Rodano, R. (2002): *Critical issues in applied Sports Biomechanics research*. En Scientific Proceedings of XX ISBS Symposium, (Editado por Gianikellis, K. E), Universidad de Extremadura, España, 241-250.
- Sonka, M., Hlavac, V. y Boyle, R. (1999): *Image Processing, Analysis, and Machine Vision*. PWS Publishing.
- Umbaugh, S. E. (1998): *Computer Vision And Image Processing*. Prentice- Hall.

Capítulo 7

Tecnologías de la Información y Comunicaciones en el Comercio: comercio electrónico y seguridad

Resumen Ejecutivo (254)

PARTE I. EL COMERCIO ELECTRÓNICO EN EL PEQUEÑO COMERCIO (255)

I.1. ¿Qué es el comercio electrónico? (256)

I.2. El comercio electrónico en España (257)

I.2.1. Volumen de negocio (257)

I.2.2. Motivaciones y obstáculos para vender por Internet (259)

I.2.3. Consumidores en Internet (259)

I.3. Modelos de negocio para el comercio electrónico (262)

I.3.1. Fórmulas de venta en Internet (262)

I.3.2. Los proveedores de servicios y las autoridades de certificación (265)

I.4. Consideraciones a la hora de implantar un sistema
de comercio electrónico (266)

I.4.1. La estrategia (266)

I.4.2. La legislación (268)

I.4.3. La tecnología (269)

I.4.4. Otros aspectos: la publicidad y los buscadores (271)

I.5. Oportunidades y barreras en la implantación de un sistema
de comercio electrónico (272)

I.5.1. Ventajas y oportunidades (272)

I.5.2. Barreras y dificultades (273)

I.6. Conclusiones (274)

PARTE II. APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES A LA SEGURIDAD EN EL PEQUEÑO COMERCIO: LOS SISTEMAS DE VIDEOVIGILANCIA (276)

II.1. Introducción (277)

II.2. Seguridad pasiva y seguridad activa (277)

II.3. Los sistemas de videovigilancia (278)

II.3.1. Las cámaras (279)

II.3.2. Sistemas de compresión (284)

II.3.3. Sistemas de almacenamiento (284)

II.3.4. Sistemas de transmisión (285)

II.4. Ejemplos de sistemas de videovigilancia (287)

II.4.1. Servicio Alarma Vision (Securitas Direct) (287)

II.4.2. 3Gsentinel (287)

II.4.3. Videosupervisión (288)

II.4.4. Gama Flexwatch de Seyeon Technology (288)

II.4.5. Gama VT de VideoSafe Technology (289)

II.5. Conclusiones (291)

II.6. Referencias (292)

Resumen ejecutivo

El presente capítulo considera dos aplicaciones de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el ámbito del comercio, y más concretamente, del comercio de las pequeñas y medianas empresas. Las aplicaciones son el comercio electrónico y la seguridad.

El capítulo se divide por tanto en dos partes. En la primera parte, dedicada al comercio electrónico, se estudia en primer lugar su definición, para pasar seguidamente a considerar algunas estadísticas referentes al comercio electrónico en España. Aparte de las cifras correspondientes al volumen de negocio, se consideran las motivaciones y obstáculos de la venta por Internet, los perfiles del internauta comprador que utiliza esta tecnología y los motivos esgrimidos por los internautas reacios a realizar compras por Internet.

Se pasa a continuación a estudiar los diferentes modelos de negocio del comercio electrónico, con las siguientes fórmulas:

- Tienda electrónica (*e-shop*).
- Subasta electrónica (*e-auction*).
- Centro comercial electrónico (*e-mall*).
- Escaparate de marketing (*3rd party marketplace*).
- Comunidad virtual (*virtual community*).

Seguidamente se establecen las principales consideraciones que deben tenerse en cuenta a la hora de implantar un sistema de comercio electrónico:

- La estrategia.
- La legislación.
- La tecnología.

Y otros aspectos, como la publicidad y los buscadores.

Finalmente, se realiza un breve análisis de las ventajas y oportunidades del comercio electrónico en las empresas.

La segunda parte del capítulo está dedicada a las aplicaciones de las TIC en la seguridad de las pequeñas empresas. Tras unas consideraciones generales y la diferenciación entre los aspectos de seguridad activa y pasiva, esta parte se centra en un tipo concreto de sistemas: los sistemas de videovigilancia.

Se trata de un tipo de sistemas que presentan importantes ventajas, y a los que los adelantos de las TIC han dotado de nuevas e interesantes posibilidades, como la vigilancia en tiempo real y desde cualquier lugar de un establecimiento, bien utilizando Internet o desde un teléfono móvil.

Se realiza una descripción de las partes principales de un sistema de este tipo: las cámaras, (*webcams* y cámaras IP), los sistemas de compresión y almacenamiento y los sistemas de transmisión, presentando algunas posibilidades tecnológicas de cada uno de ellas.

Por último, para ilustrar el hecho de que los sistemas de videovigilancia son una tecnología que ya está en fase de aplicación, esta segunda parte se cierra con ejemplos de cinco sistemas de videovigilancia que ya se encuentran comercializados.

PARTE I.

EL COMERCIO ELECTRÓNICO EN EL PEQUEÑO COMERCIO

1. 1. ¿Qué es el comercio electrónico?

Originalmente (años 70-80), el concepto de comercio electrónico se asoció a la realización de transacciones comerciales entre grandes empresas de sectores concretos, mediante tecnologías como EDI (*Electronic Data Interchange*), o CALS (*Computer Assisted Lifecycle Support*), utilizadas para acelerar los procesos de negociación con socios comerciales, reducir los niveles de inventarios, gestionar las órdenes de compra, controlar las facturas... Estas tecnologías presentaban inconvenientes vinculados sobre todo al alto coste de la infraestructura que las soportaba y a la complejidad de operación. Otro tipo de sistemas electrónicos creados para facilitar la actividad dentro de un sector concreto, en este caso el turístico, son los actuales Sistemas de Distribución Global (GDS). En un principio, sólo ofrecieron capacidad de reserva para vuelos regulares, pero han ido ampliando su funcionalidad hasta permitir la gestión empresarial de una amplia gama de productos (cruceros, hoteles, vehículos de alquiler...). Todos estos sistemas de transacciones comerciales han tenido un impacto limitado fuera de los sectores para los que fueron diseñados.

Con la expansión de uso de Internet, red pública de bajo coste accesible de forma global, el comercio electrónico comenzó a utilizarse también en los procesos de compra de bienes y servicios a través de servidores y medios de pago seguros (la existencia de medios de pago accesibles para el gran público ha contribuido a la extensión del comercio a través de la Red, pues antes eran sólo las grandes corporaciones las que podían pensar en un sistema de este estilo para sus transacciones). Aunque en la actualidad lo más frecuente sea asociar el comercio electrónico a transacciones comerciales mediante Internet, otras etapas ligadas de alguna manera al proceso de venta, como el marketing, la publicidad, la información, el soporte para la distribución o los servicios post-venta (soporte, devoluciones, cambios...), son procesos que forman parte de este concepto. Por tanto, el comercio electrónico se puede considerar como "todo tipo de negocio, transacción administrativa o intercambio de información que utilice cualquier tecnología de la información y las comunicaciones" (1). El comercio electrónico incluye el tráfico electrónico tanto de productos físicos como de productos intangibles, entre los que se encuentran la prestación de servicios y los intercambios de información. Algunos ejemplos de prestación de servicios son el servicio post-venta o el asesoramiento legal.

El comercio electrónico adopta diferentes formas según sean los agentes extremos de la comunicación. En general, se tiende a diferenciar entre comercio entre empresas (*Business to Business*, B2B) y comercio empresa-consumidor final (*Business to Consumer*, B2C). No obstante, el comercio electrónico, desde una perspectiva más amplia, engloba también la relación entre las empresas y las Administraciones públicas (E2A), entre los contribuyentes y las Administraciones públicas (C2A), entre los mismos consumidores (C2C, P2P) o incluso entre consumidores y empresas (C2B). En general, el comercio electrónico B2C está menos desarrollado que el comercio empresa a empresa (en España, el B2B representó en 2003 el 84,4% de las ventas totales (2), siendo B2C el 15,6% restante); por otra parte, es la modalidad de comercio más visible.

(1) Definición tomada de Martín-Moreno, M.; Sáez Vacas, F. (2004): *Aplicaciones y abusos de Internet como canal de comunicación del comercio electrónico*, <<http://www.gsi.dit.upm.es/~fsaez/innovaciontecnologica.html>>, [10 de diciembre de 2004], y extraída a su vez del Libro Blanco del Comercio, publicado por la Comisión Europea en 1999.

(2) INE (2004): *Encuesta sobre el uso de TIC y Comercio Electrónico en las empresas 2003*. <<http://www.ine.es>>.

La instauración del comercio electrónico puede considerarse una superación de las siguientes etapas (Briz, 2001):

- 1 La fase más simple es la de transformación de catálogos tradicionales en catálogos electrónicos, o la elaboración de una oferta electrónica de productos y servicios, que permita a los potenciales clientes obtener toda la información necesaria para su compra y realizar su pedido *on-line*. No es necesario realizar pagos vía electrónica, se puede ofrecer un crédito de 30 días o admitir el pago a través de talón.
- 2 La segunda etapa conlleva una implantación de un medio de pago seguro que permita la compra-venta a través de Internet.
- 3 El tercer paso implica la coordinación de las ventas *on-line* con el sistema de gestión de la empresa (inventarios, almacenes, pedidos, distribución...).
- 4 Por último, la integración de la cadena de valor incluye la interrelación con proveedores y distribuidores de manera electrónica, compartiendo información.

El comercio electrónico puede suponer un verdadero ahorro de costes para las empresas, sobre todo cuando se consigan completar la tercera y la cuarta fase. Según datos del INE (2004) en España, durante 2003, el 45,5% de las empresas con conexión a Internet (87,44% sobre el total de empresas) disponía de página web. La mayoría de estas organizaciones utilizan su página web para comercializar productos (87,3%), y también para facilitar el acceso a catálogos y listas de precios (53,9%).

En las siguientes páginas, se analizará principalmente el comercio electrónico en su faceta B2C, desde el punto de vista de las pequeñas y medianas empresas minoristas. Las principales ventajas que una empresa minorista obtiene de la implantación de un sistema de comercio electrónico están basadas en la posibilidad de establecer un nuevo canal de venta para el consumidor, ofreciéndole un mejor servicio y aumentando las posibilidades de fidelizarlo; en el acceso a nuevos mercados, de forma deslocalizada sin más necesidad de infraestructura que la imprescindible para montar el sistema y, en definitiva, en la mejora de los ingresos y la reducción de costes. Es conocido que la consecución de una cuota de mercado es difícil, y para que el comercio electrónico suponga una disminución del gasto interno de la empresa suele ser necesaria una inversión en infraestructura y una concienciación especial del personal sobre los cambios organizativos necesarios que hay que acometer a la hora de implantar un sistema de comercio electrónico o incluso, de basar toda su actividad en él. En el ciberespacio, la posición de una pequeña empresa respecto a una más grande, mejora en tanto en cuanto no tiene que competir en espacio físico. En el proceso de venta por Internet adquieren mayor peso otros activos intangibles como la creatividad de la marca, el marketing o la oferta de precios. Además, mediante sistemas electrónicos, es posible conocer muy bien el comportamiento de los clientes.

1. 2. El comercio electrónico en España

1. 2.1 Volumen de negocio

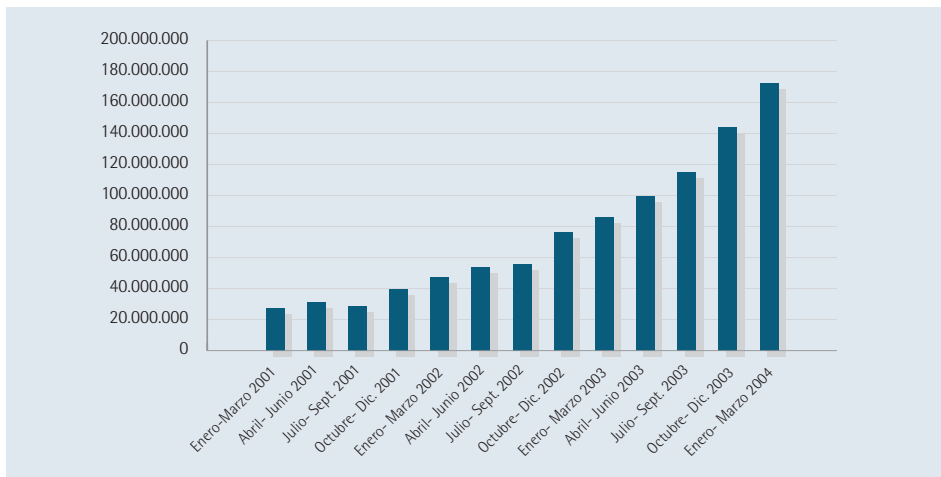
En los primeros quince países miembros de la Unión Europea, el porcentaje de facturación empresarial debida al comercio electrónico representó en 2004 el 10,4% del total. En España, sólo

el 2,9% de la facturación se debió a ingresos de este tipo, valor que queda muy por debajo del obtenido por Reino Unido (13,7%), Finlandia (12,7%), Dinamarca (12,2%) o Suecia (11,2%) (3).

A pesar de estos datos modestos, la actividad de comercio electrónico en el contexto nacional está en crecimiento. Durante el año 2003, el volumen de negocio generado por las ventas efectuadas *on-line*, alcanzó los 33.307 millones de euros (4), un 33% más que en 2002 (INE, 2004). La mayor parte de las transacciones fueron llevadas a cabo entre empresas: el 74,5% se realizaron mediante EDI y el 11% utilizaron Internet.

Según la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (2004) (5), el volumen de negocio durante el primer trimestre del año 2004, contabilizando las transacciones que se efectuaron mediante tarjeta bancaria, alcanzó los 172 millones de euros, un 20% más que el valor obtenido el año anterior en la misma fecha. Como se puede observar en la *figura 1*, el crecimiento del volumen de negocio del comercio electrónico medido a través de las transacciones efectuadas por tarjeta bancaria ha sido constante desde 2001, llegando a significar durante el año 2003 el movimiento de 445 millones de euros.

FIGURA 1. *Evolución trimestral del volumen de negocio del comercio electrónico (euros).*



Fuente: CMT. "Informe sobre el comercio electrónico en España a través de entidades de medios de pago" (1er trimestre 2004).

(3) Datos de Eurostat-NewCronos. Estadísticas de la Sociedad de la Información.

(4) En la encuesta del INE se entiende por comercio electrónico las transacciones realizadas a través de redes telemáticas como Internet o EDI. Los bienes y servicios se contratan mediante estas vías, pero el pago o la distribución pueden hacerse de otra manera.

(5) La CMT realiza, con periodicidad trimestral, el llamado "Informe sobre el comercio electrónico en España a través de entidades de medios de pago". Su objetivo es evaluar la progresión del comercio electrónico en España, utilizando para ello las transacciones efectuadas con este fin mediante tarjetas bancarias (como veremos en el siguiente apartado, prácticamente tres de cada cuatro transacciones de comercio electrónico se realizan mediante tarjetas de crédito). En el informe se analizan las transacciones comerciales entre sitios web de comercio electrónico nacionales que tengan instalado un terminal de punto de venta virtual, y personas físicas o jurídicas que utilizan como medio de pago tarjetas bancarias emitidas por entidades financieras españolas, y transacciones de no residentes que realizan operaciones en sitios web españoles con un terminal de punto de venta virtual español.

Una cuarta parte del montante relativo al primer trimestre de 2004 se atribuye a la venta de billetes para transporte aéreo (25,4%), a actividades de marketing directo (13,8%) y a espectáculos artísticos, deportivos y recreativos (6,5%). El sector del transporte aéreo es también el que más ha crecido durante el último año, un 457%.

También ha experimentado una evolución sostenida el número de transacciones realizadas. En el primer trimestre de 2004 han superado los 2,2 millones de operaciones; no han crecido proporcionalmente al volumen de negocio, lo que implica que los movimientos efectuados han sido de un valor superior.

1. 2.2 Motivaciones y obstáculos para vender por Internet

En cuanto a los factores que impulsan a las empresas españolas a vender por Internet, éstos son principalmente la mejora de la imagen de la compañía (mencionada por el 55,2% de las empresas encuestadas en la "Encuesta sobre el uso de TIC y Comercio Electrónico en las empresas 2003" del INE), el acceso a nuevos clientes (52,5%), el mantenerse a la altura de la competencia (49,1%) y la expansión geográfica del mercado (48,3%).

Entre las empresas que venden por Internet, el principal obstáculo destacado son los problemas de seguridad con los pagos (27,2%), seguido de la incertidumbre en el marco legal (21,6%). Las empresas que no se deciden a adoptar el comercio electrónico, lo hacen en su mayoría porque sus productos son inadecuados (47,7%), pero muestran su preocupación también por el marco legal, la preparación de los clientes y la seguridad de los pagos. Los problemas logísticos representan una barrera en un número relativamente bajo de las empresas que no utilizan comercio electrónico (INE, 2004).

1. 2.3 Consumidores en Internet

Según la "Encuesta de Tecnologías de la Información en los hogares 2003" del Instituto Nacional de Estadística, un 13,6% de los internautas españoles (un 33,7% del total de la población) realizó compras *on-line* durante el cuarto trimestre de 2003, porcentaje muy por debajo de la media europea (Auna, 2004).

1. 2.3.1 Perfil del internauta comprador

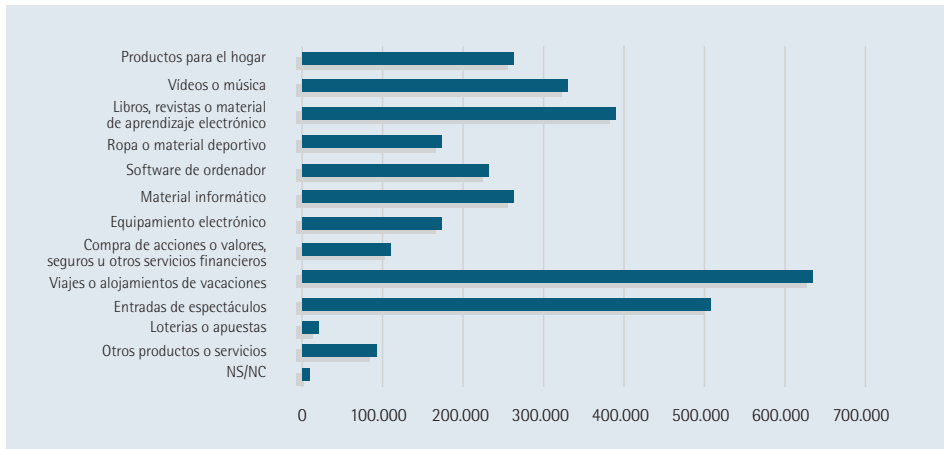
El "Estudio sobre comercio electrónico B2C 2004" realizado por la Asociación Española de Comercio Electrónico (AECE) y la Federación Española de Comercio Electrónico y Marketing Directo (FECEMD), muestra un perfil del internauta español comprador que en la actualidad es hombre (69,3%), de 25 a 34 años (37,7%), trabajador (71,1%) con ingresos entre 1.200 y 1.800 euros mensuales (30,5%), y que habita en una capital de provincia.

Aunque parece que los intereses de los compradores por Internet varían según la encuesta a la que se haga referencia (como se puede ver en la *figura 2*), según datos de AECE, mayoritariamente desde su hogar (81,9%), el internauta comprador adquiere billetes de tren,

avión o autobús (25,4%), libros (15,7%), entradas para espectáculos (12,2%), electrónica (10,3%), música (10,3%) y DVD-VHS (7,4%), hardware (7,2%) y software (7,1%). La compra doméstica es realizada por una pequeña parte de este tipo de internautas (5,8%); asimismo, pocos reservan alojamientos (5,2%) o adquieren ropa (3,9%) electrónicamente. Menos aún compran en la Red artículos de perfumería (0,7%), videojuegos (0,8%), juguetes (1%), suscripciones y publicaciones (1%) o flores (1%).

El 48,2% de los internautas que realizan su compra doméstica por Internet, lo hicieron más de 10 veces en el último año, lo mismo que el 45,5% de los compradores de servicios financieros y seguros. El ocio (espectáculos) fue adquirido vía Internet más de 5 veces por el 42% de los compradores de esta categoría. Prácticamente el 60% de los internautas que compró libros, ropa y software lo hizo entre dos y cuatro veces a lo largo del año.

FIGURA 2. *Número de internautas compradores que adquirió alguno de los productos o servicios determinados durante 2003.*



Fuente: *Encuesta de Tecnologías de la Información en los hogares 2003, INE.*

Los consumidores compran la mayor parte de los productos de dos a cuatro veces al año, aunque la periodicidad de la repetición de la acción está obviamente ligada a la naturaleza de ésta. En general, se puede observar que la tendencia del internauta es repetir su compra, si su experiencia es favorable: a partir de una adquisición de prueba inicial se puede lograr un hábito.

En cuanto al medio de pago, la encuesta de la AECE y la encuesta del Instituto Nacional de Estadística coinciden: dos de cada tres internautas realizaron sus compras utilizando una tarjeta de crédito, el sistema de pago más extendido, que elevó su presencia respecto a 2003. El 23,6% de los compradores recibieron su adquisición contra-reembolso. Otros medios de pago fueron la transferencia (6,1%) y la domiciliación bancaria (5,9%).

El primer puesto entre las razones que hacen que los internautas se decidan a comprar por Internet lo ocupa la comodidad (40,2%), seguida a distancia del precio (21,9%). Para algunos compradores (29,8%) los aspectos logísticos (única vía de distribución, rapidez y accesibilidad)

son los que más les motivan. También se tiene en cuenta (4,3%) la facilidad para comparar ofertas. La experimentación atrae a una mínima parte de internautas (2,6%).

Los internautas compradores afirman encontrar información sobre el producto que quieren adquirir principalmente en buscadores o portales (69,6%), o en la web del vendedor, marca o fabricante (43,6%). Las compras se producen en porcentajes similares en tiendas tradicionales con web (39,7%) o en la web del fabricante (33,1%). En menor medida se realizan en tiendas virtuales (24,3%). Los medios más innovadores, como las zonas de compra, las subastas o los grupos de compra, son utilizados minoritariamente por los consumidores.

En general, el estudio de la AECE-FECEMD refleja un grado de satisfacción elevado en las compras por Internet (el 95,8% de los usuarios dicen han sido cubiertas siempre o casi siempre). La entrega de los pedidos se califica de buena (63,7%) o muy buena (22,6%) en la mayor parte de los casos; y en la mayoría de compras (84,6%) no ha existido problema alguno.

Los internautas que manifiestan que han sufrido algún percance esgrimen como causa la logística de la entrega: retrasos (27,9%), no llegada del producto (26,4%), confusión en el producto entregado (20,5%), producto en mal estado (13,8%) o problemas al descargarlo (1,3%). Otros contratiempos se han debido al pago por tarjeta de crédito (2,5%) o a dificultades a la hora de solicitar cambio de producto (1,5%).

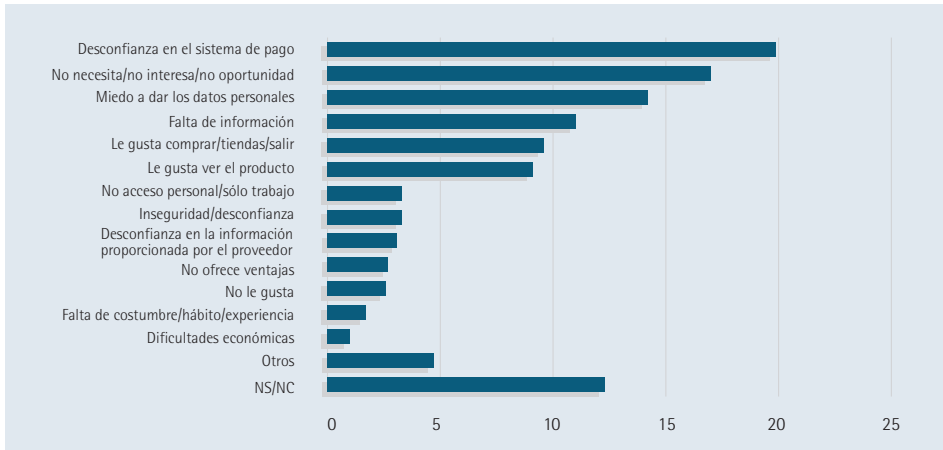
1. 2.3.2 El internauta no comprador: motivos por los que no se decide a comprar a través de Internet

Según datos del INE, el 74,6% de los españoles que no utilizan el comercio electrónico prefieren comprar en establecimientos tradicionales. Dejando aparte la falta de interés o necesidad, o la ausencia de oportunidad para comprar por Internet, la desconfianza en el medio de pago y el temor a dar datos personales son las razones más alegadas (son mencionadas en este orden tanto en el estudio del INE como en el de AECE-FECEMD). Las dudas sobre la logística del proceso (recepción y devolución de compras) inquietan también a algunos potenciales compradores. En la *figura 3* se presenta una segmentación más detallada de las razones por las cuáles los internautas no se deciden a comprar por Internet.

Un porcentaje alto de internautas no compradores (44,7%) utilizan con cierta frecuencia la Red para encontrar información sobre un producto o servicio. De esto se concluye que Internet es hoy en día un medio ciertamente influyente en las decisiones de los consumidores, sean sus compras *on-line* o no.

La percepción de fiabilidad de la compra en Internet descendió bruscamente en el año 2000 (Auna, 2004, pp. 177), pero a partir del 2001 volvió a remontar. En el año 2003, el 73% de los compradores *on-line* consideraban seguro este medio. No obstante, es significativo observar que uno de cada cuatro internautas compradores aún ponen en tela de juicio la fiabilidad del sistema.

FIGURA 3. *Motivos por los que los españoles no compraron por Internet durante 2003.*



Fuente: Estudio sobre el comercio electrónico B2C AECE-FECEMD 2004.

Tres de cada cuatro internautas no compradores no se plantean cambiar sus hábitos de compra, y declaran no tener intención alguna de comprar utilizando Internet. Uno de cada diez muestra predisposición a hacerlo, pero el plazo de tiempo en el que se lo plantea es superior a un año. En general, el comercio electrónico condiciona la captación de nuevos clientes a transacciones perceptiblemente más seguras y a la provisión de productos que se vendan en exclusividad mediante este sistema.

La realidad es que los consumidores están aceptando el modelo de comercio electrónico más despacio de lo que se preveía, incluso en los productos más proclives a ser vendidos por este medio. La baja penetración de Internet, el placer insustituible que muchas personas encuentran en comprar en persona, el temor a ser objeto de un robo o de un fraude cibernético, la falta de inmediatez en la obtención del artículo adquirido... Todas estas son barreras que es necesario superar para que el comercio electrónico se extienda.

1. 3. Modelos de negocio para el comercio electrónico

El comercio electrónico es fuente de negocio para diferentes actores. No sólo las empresas que comercializan sus productos bajo diferentes fórmulas, también los proveedores tecnológicos, los operadores de *hosting*, los bancos, las entidades de certificación, los operadores logísticos o las empresas que ofrecen soluciones a medida están fuertemente involucradas en los procesos ligados a esta nueva forma de comercio.

1. 3.1 Fórmulas de venta en Internet

Centrándonos en las empresas comercializadoras de productos o servicios, la definición clara de su modelo de negocio es un requisito indispensable para implementar un sistema de comercio

electrónico exitoso. Actualmente, en la Red existen varias fórmulas de promoción y venta, no excluyentes, por las que puede optar una empresa que desee introducirse en el mundo del comercio electrónico. Algunas son éstas:

- Tienda electrónica (*e-shop*).
- Subasta electrónica (*e-auction*).
- Centro comercial electrónico (*e-mall*).
- Escaparate de marketing (*3rd party marketplace*).
- Comunidad virtual (*virtual community*).

Una **tienda electrónica** es la aplicación en la red del modelo de negocio de una empresa o tienda tradicional. Normalmente, el desarrollo de la actividad *on-line* no implica un abandono de los canales tradicionales, a menos que la empresa fundamente su estrategia comercial únicamente en la venta mediante este canal.

El objetivo de este modelo es promocionar la empresa, y sus productos o servicios. Además, se pueden considerar una serie de objetivos secundarios como la teórica reducción de costes y la presencia global de la empresa.

Entre los principales beneficios que obtienen los consumidores se encuentran: reducción de precios, mayor libertad de elección, mayor variedad de productos, mejor información y ahorro de tiempo.

Algunas de las webs más visitadas por los navegantes españoles durante 2003 son ejemplos de tiendas electrónicas (Auna, 2004), como *Serviticket* (taquilla de espectáculos virtual), o Iberia (vuelos y hoteles).

Las **subastas electrónicas** se basan en la implementación electrónica del mecanismo de pujas clásico de las subastas tradicionales. La principal característica del método de subasta *on-line* consiste en la globalidad del servicio, ya que está al alcance de cualquier usuario interesado.

En esta ocasión, los beneficios que obtiene la casa de pujas frente al modelo tradicional vienen de la venta (o alquiler) de la plataforma tecnológica, las comisiones por ventas y la publicidad. Por otro lado, los compradores y proveedores se benefician de un acceso global a los productos, ahorro en costes y tiempos, y acceso a información general sobre el producto y el vendedor.

eBay es quizás la empresa de subastas por Internet más importante. Posee un sistema mediante el cual cualquiera puede comprar y vender lo que desee. *Yahoo! Auctions* y *Amazon* (en una de sus secciones), le hacen la competencia.

Los **centros comerciales electrónicos**, más conocidos como *e-malls*, se pueden considerar como una evolución del modelo de negocio desarrollado por las tiendas electrónicas. Los *e-malls* son un conjunto de tiendas que se agrupan bajo una misma estructura, utilizan una plataforma tecnológica común y una imagen que facilita el proceso de compra del cliente. Las tiendas que residen en el *mall* obtienen a cambio una reducción de los costes y de las dificultades para establecerse en el *WWW*.

En algunos casos, las tiendas de un mismo centro pertenecen a un único sector de actividad, pasando a formar centros comerciales especializados. Cuando esto sucede se obtiene un valor adicional asociado al fortalecimiento de presencia en el sector. En estos centros comerciales, los ingresos provienen de las cuotas que pagan los socios, la publicidad y en algunos casos, incluso de una posible comisión por cada transacción realizada.

Las ventajas que obtienen los comerciantes por la aplicación de este modelo de negocio pueden proceder de la publicidad, el refuerzo de la imagen de marca y del efecto indirecto que generan el resto de tiendas del centro sobre la propia empresa.

Por otro lado, el consumidor puede obtener los siguientes beneficios: mayor facilidad de compra por la existencia de un entorno común y aumento de la confianza (y por tanto de la disposición a comprar). En el caso de los *e-malls* especializados, el cliente tiene a su disposición una gran variedad de productos relacionados con un mismo sector de actividad.

Los centros comerciales electrónicos se pueden clasificar en varios tipos:

- *Centros comerciales online*. Aquellos en los que Internet no es más que una forma de venta adicional al resto de canales.
- *Cibermall*. Son experiencias orientadas exclusivamente al comercio en Internet. Estos centros recogen una amplia variedad de productos y modalidades de venta, que se pueden dividir en: directorios comerciales (reúnen por sectores diferentes comercios web), ciber-galerías comerciales (agrupación de un número determinado de tiendas electrónicas pertenecientes a diferentes sectores) y ciber-almacenes (páginas web dedicadas a la venta de diferentes líneas de productos por medio de un único canal de compra).

Un centro comercial electrónico es, por ejemplo, *Shopping24*: contiene diferentes marcas de ropa, material informático, juguetes, servicio fotográfico, etc. El Corte Inglés o Carrefour ofrecen también a través de su página web una gran variedad de artículos.

El **escaparate de marketing** es un modelo de negocio emergente, adecuado para aquellas empresas que desean dejar todas las operaciones relacionadas con el marketing y la publicidad en la web a terceras partes especializadas en estas labores. Las terceras partes se encargan de construir una presencia en Internet con los datos generales de la empresa y en algunas ocasiones un catálogo de productos. Ejemplos de escaparates de marketing son *Direct Industry* o *Kompass*.

Las **comunidades virtuales** son grupos virtuales de usuarios que se asocian con el fin de compartir información y experiencias pasadas en la compra electrónica. Estos grupos o comunidades de usuarios están promovidos en muchas ocasiones por las propias empresas, como método para reforzar la imagen de marca de sus productos. Se pueden considerar también como una operación de marketing de las empresas para forjar la fidelidad del consumidor y, posteriormente, recoger los retornos de los mismos.

El valor añadido que aportan las comunidades virtuales reside en la comunicación entre diferentes miembros. En muchas ocasiones, se utilizan como elemento adicional en otros

negocios en la Red al aportar nuevos servicios. En la actualidad, ininidad de sitios web implementan alguna forma de comunidad virtual. Un ejemplo es "El Club del Viajero" de la web de MuchoViaje.com, en el que es posible encontrar opiniones, consejos y valoraciones sobre destinos de viaje. *Amazon* ofrece una sección "*Friends&Favorites*", en la que permite crear una comunidad propia para compartir opiniones.

Existen otros modelos de negocio además de los ya mencionados, entre los que destacan por su importancia las licitaciones electrónicas, los modelos de venta por catálogo *on-line* (p.e. *Venca*) y la comercialización de bienes intangibles como software y contenidos digitales (p.e. *Softonic*).

También muchas empresas simplemente tienen una página Web como escaparate de productos y publicidad del negocio. Su objetivo es reforzar su imagen de marca y evitar perder clientes por no estar en Internet, pero no tienen ningún tipo de canal de venta electrónica. Ejemplos claros de este modelo son Zara y El Almacén de la Nieve.

1. 3.2 Los proveedores de servicios y las autoridades de certificación

Los **proveedores de servicios en la cadena de valor** (*value chain service provider*) son empresas que ofrecen un servicio determinado a aquellas que quieran hacer comercio electrónico obteniendo algún tipo de ventaja competitiva. Ofrecen una forma de *outsourcing* de algunas tareas importantes en las que la empresa que quiere implantar un negocio en la red no está especializada, y en ciertos casos, también una atención global a todo el proceso de implantación y mantenimiento del sistema de comercio electrónico, e incluso de la estrategia empresarial.

Los proveedores de servicios tratan de aumentar su cartera de clientes ofreciendo soluciones de calidad a un precio competitivo, mientras que las empresas cliente obtienen una mejora importante en su calidad de servicio, además de simplificar de forma importante su cadena de valor mediante la externalización de funciones.

Un claro ejemplo de este tipo de negocios es la entrada de los operadores logísticos (como UPS o DHL) en la Red. Uno de los mayores problemas que sufren las empresas que quieren establecerse en Internet es controlar las entregas finales a los clientes y la logística inversa (devoluciones), en aquellos casos en que sea necesario. Este problema se puede solucionar en gran medida mediante la subcontratación de funciones a estos operadores especializados.

Existen también otros agentes implicados en la actividad comercial por Internet, como los intermediarios de información (*information brokerage*) y los proveedores de servicios de confianza (*trust services*). También se han convertido en negocio los servicios destinados a añadir funcionalidad a la gran cantidad de información disponible en la Red. Dentro de este tipo de nuevos servicios se encuentran los buscadores de información, los proveedores de perfiles de consumidores, la intermediación en nuevas oportunidades de negocio, los consejos de inversión, las autoridades certificadoras, etc.

Un tipo especial de este tipo de negocios son los **servicios de confianza**, tales como los notarios electrónicos y las autoridades de certificación. Estas últimas están encargadas de la emisión,

firmado y gestión de certificados digitales. Pueden proporcionar otros servicios como publicación de certificados, publicación de listas de certificados revocados, comprobación de validez de certificados, servicios de fechado digital (*time-stamping*), *outsourcing* y consultoría, etc. En España, la Ley 59/2003 regula la actividad de los prestadores de servicios de certificación de firma electrónica. En la actualidad, son siete las autoridades de certificación registradas en el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, entre las que destaca la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre, con su Autoridad Pública de Certificación Española (CERES).

1. 4. Consideraciones a la hora de implantar un sistema de comercio electrónico

El mercado sobre el que se asienta la venta minorista por Internet posee una serie de características que conviene conocer en profundidad antes de seleccionar la estrategia más adecuada a las necesidades del empresario. La venta minorista por Internet se basa por un lado en la oferta mediante contenidos, y por otro, en el procesamiento de las transacciones. Ambas componentes poseen características diferenciadas respecto a lo que se venía haciendo hasta ahora en el mundo físico.

1. 4.1 La estrategia

Las posibilidades de Internet respecto de la venta minorista son muy grandes. Las empresas están adoptando diferentes enfoques estratégicos a la hora de aproximarse a este nuevo mercado, en función de los objetivos que persigan:

- *Reforzamiento de la marca*: enfoque elegido por todas aquellas empresas cuyo objetivo es asegurar la posición en el mercado de sus productos estrella. Con este fin, se ofrecen nuevos y mejores servicios a los clientes y se trata de reforzar la imagen de los productos estrella.
- *Competitividad vía precios*: el objetivo prioritario de esta estrategia es aumentar rápidamente la cuota de mercado. La suelen adoptar las empresas que dan el salto del medio físico al electrónico. Para conseguir el aumento de cuota de mercado es muy común ofrecer ofertas y descuentos en productos comprados desde Internet.
- *Asegurar clientes*: empresas conservadoras que no desean arriesgarse pero que tampoco quieren correr el peligro de quedarse atrás. El objetivo de éstas es el mantenimiento de su cuota de mercado, para ello simplemente ofrecen lo mismo que la competencia.
- *Esperar y ver*: es un enfoque muy extendido en las grandes marcas. Por lo general, en estos casos lo único que se hace es montar un portal web con fines exclusivamente publicitarios.

Por otra parte, hay empresas que conciben una estrategia comercial (y organizativa, por ende) basada en el comercio electrónico. Son los negocios "virtuales", que reducen su infraestructura física al mínimo y ofrecen sus productos y servicios mediante Internet.

Para el éxito del nuevo negocio, es necesario tener en cuenta:

La adecuación del producto. No todos los productos o servicios son susceptibles de ser vendidos por medios electrónicos. Los considerados "intangibles" en el momento de su venta, resultan a priori más adecuados: los productos digitales basados en el almacenamiento, recuperación y modificación de la información, música, películas, cursos educativos, software, transacciones financieras, fotografía, servicios de viajes u ocio (conciertos, cines, vuelos, hoteles...), etc. tienen más éxito en la Red.

Por otra parte, productos o servicios estándar, cuyas características pueden ser expuestas claramente (piezas de recambio, hardware, libros...) también son proclives a ser vendidos mediante Internet. Otros productos o servicios no digitales que tienen éxito son aquellos que implican compras embarazosas.

Los productos que necesitan la interacción directa con el cliente para ser evaluados (habitualmente ropa, zapatos, perfumes...) son menos aptos para el comercio electrónico. Sin embargo, existen empresas con éxito en estos sectores, normalmente aquéllas que disponen de una marca lo suficientemente prestigiosa en la que el cliente deposita su confianza, y que además pueden ofrecer precios más bajos que en el establecimiento habitual.

La importancia de entender al cliente. A pesar de que el comercio electrónico implica un cambio en la relación con el cliente, éste continúa demandando un servicio con todas las garantías. El hecho de no comprender bien las necesidades y los hábitos del potencial consumidor, junto con sus expectativas y motivaciones, puede ser un obstáculo para el éxito de un negocio de comercio electrónico que puede solucionarse mediante una actividad continua de investigación de mercado.

La necesidad de control del entorno y de la competencia. Al igual que en el comercio tradicional, el control de la competencia y de la actividad de los posibles competidores es fundamental. En Internet, los procesos son mucho más rápidos, y la inversión requerida para abrir una tienda *on-line* puede resultar significativamente inferior a la de montar un negocio tradicional. Las empresas han de mantener sus dispositivos de *benchmarking* de la competencia para ser capaces de determinar su posición en el mercado, y de anticiparse a cambios que pueden ser acelerados.

La adaptación organizacional a la nueva forma de vender sus productos. La empresa ha de ser consciente del nuevo proceso que acomete y de los cambios que éste conlleva en su estructura interna. Los recursos, tanto humanos como materiales, han de estar preparados para adaptarse a esta nueva forma de gestión. El apoyo de la dirección es fundamental, como también lo es la inversión suficiente y la formación de los empleados. En ocasiones, la estructura organizacional puede verse afectada y demandar un cambio a una disposición más flexible y plana.

El establecimiento de un plan de implantación realista. Como todo proyecto, la implantación de un sistema de comercio electrónico requiere un plan realista en términos de tiempo y coste. Por otra parte, este plan ha de ser controlado y seguido durante su ejecución. Las técnicas tradicionales de gestión de proyectos pueden ayudar a hacerlo (análisis Pert, caminos críticos, diagramas de Gantt...).

El comercio electrónico no es meramente una nueva forma de distribución, sino un cambio radical en el modelo de negocio empresarial. El cambio de relaciones con el consumidor es un hecho, pues éste tiene capacidad para acceder a una oferta variada y comparar, por lo que la diferenciación es fundamental. Por otra parte, la empresa que descubre o inicia su negocio mediante medios electrónicos, ha de adecuar su cadena de aprovisionamiento y distribución a los requisitos del nuevo sistema, y ha de ajustar la relación con los intermediarios, no olvidando que aunque se modifica la forma de interactuar con el cliente, se demanda igual o mejor servicio que en una tienda física, tanto durante como después de la adquisición del producto o servicio.

1. 4.2 La legislación

El comercio electrónico requiere de una cierta estructura legal que regule la actividad comercial en la Red y garantice la seguridad de compradores y vendedores. A pesar de que existe esta clara necesidad, las posturas de los gobiernos y de las empresas son muy diferentes. El principal interés de los gobiernos es concretar una legislación que permita luchar contra el crimen y el fraude, mientras que las empresas lo que desean es el marco jurídico mínimo indispensable para garantizar el cumplimiento de los contratos y delimitar las responsabilidades en Internet. Además, dado el innato carácter global del comercio electrónico, la diferencia legislativa entre los diferentes países del mundo resulta un inconveniente.

A la puesta en marcha de una tienda virtual le afecta, además de la legislación que rige la práctica de las actividades mercantiles en sí, otras leyes relativas a comercio electrónico, nombres de dominio, firma electrónica, fiscalidad, normativa social, propiedad intelectual, protección de datos, publicidad, promociones, venta a distancia, protección al consumidor... (6) El panorama legislativo es complejo; en España es la Ley 7/1998, de 13 de abril (con sus posteriores modificaciones), la que rige las condiciones generales de la contratación.

La contratación por vía electrónica establece un nuevo marco jurídico de relaciones, constitutivas de derechos y obligaciones que en España se rige por la Ley 34/2002 de 11 de Julio, de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio electrónico (LSSI) (7). Esta Ley incorpora diversos aspectos de la Directiva sobre Comercio Electrónico (2000/31/CE). Su objeto es la regulación del régimen jurídico de los servicios de la Sociedad de la Información y de la contratación por vía electrónica, en lo referente a las obligaciones de los prestadores de servicios (todos aquellos, particulares y empresas, que ofrezcan algún servicio por el que se reciban ingresos directos o indirectos), las comunicaciones comerciales por vía electrónica, la información previa y posterior a la celebración de contratos electrónicos, las condiciones relativas a su validez y eficacia y el régimen sancionador aplicable a los prestadores de los servicios de la SI. Esta Ley posteriormente se ha visto modificada en algunos aspectos (como el envío de publicidad) por la Ley 32/2003 de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones.

Por su parte, la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD), impone varias obligaciones técnicas y organizativas a las empresas, profesionales

(6) Más información, en la Web de FECEDM <<http://www.fecedm.es>>

(7) Más información, en <<http://www.lssi.es>>

y colectivos que mantengan ficheros con datos personales. Las empresas han de identificar los ficheros de datos y determinar el nivel de seguridad que éstos han de poseer, para después inscribirlos en el Registro General de Protección de Datos. El proceso de recopilación de datos ha de estar totalmente autorizado por el afectado, que además ha de ser informado de la forma en la que podrá ejercitar el derecho de acceso, rectificación, cancelación y oposición, por lo que la empresa ha de redactar las cláusulas relativas a todas estas cuestiones. Por último, el responsable del fichero ha de redactar un documento de seguridad, que será de obligado cumplimiento para el personal con acceso a dichos datos. El Reglamento de Medidas de Seguridad, aprobado por Real Decreto 994/1999, de 11 de junio, desarrolla algunos aspectos de la LOPD.

No obstante, además de estas dos leyes, existen otras que influyen en los trámites de comercio electrónico. La Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica, es una Ley que surge para dinamizar, entre otras actividades, el comercio electrónico. Considera tres tipos de firma, que van de menor a mayor alcance en términos jurídicos: la firma electrónica (*conjunto de datos electrónicos que pueden ser utilizados como identificación del firmante*), la firma electrónica avanzada (*firma electrónica que permite identificar al firmante, creada por medios que el firmante puede mantener bajo su exclusivo control*), y la firma electrónica reconocida (*firma electrónica avanzada basada en un certificado reconocido y generada mediante un dispositivo seguro de creación de firma*). El propósito de esta Ley es generar confianza por parte de los consumidores hacia las transacciones electrónicas. También concede a las personas jurídicas la capacidad de firmar digitalmente, lo que pretende facilitar las transacciones empresariales *on-line*.

Asimismo, son varias las directivas europeas que tratan aspectos relacionados con el comercio electrónico: la Directiva 2002/65/CE, relativa a la comercialización a distancia de servicios financieros destinados a los consumidores; la Directiva 2002/58/CE, relativa al tratamiento de los datos personales y la protección de la intimidad en el sector de las comunicaciones electrónicas; la Directiva 2000/46/CE, sobre el acceso a la actividad de las entidades de dinero electrónico y su ejercicio así como la supervisión cautelar de dichas entidades; la Directiva 2000/31/CE, relativa a determinados aspectos jurídicos de los servicios de la Sociedad de la Información, en particular el comercio electrónico en el mercado interior (Directiva sobre el comercio electrónico), etc.

1. 4.3 La tecnología

La correcta implementación de la tecnología resulta fundamental en la implantación de un proceso de comercio electrónico en una PYME. En el caso de que la empresa tenga además negocios *off-line*, es también importante una integración adecuada con el resto de operaciones de la empresa.

El desarrollo de una aplicación de comercio electrónico comprende desde la creación y el diseño de la misma hasta su desarrollo tecnológico y su puesta en marcha. Actualmente, la mayoría de las PYMEs disponen de poca tecnología y en la mayoría de los casos no conocen los detalles de la tecnología de que disponen.

El apartado más importante del diseño de una plataforma para comercio electrónico es el software, ya que de él depende principalmente la seguridad de la aplicación. Éste se divide en

varias partes, una orientada al hardware de la red, otra específica de la aplicación, otra orientada al usuario y una última, orientada al desarrollo.

A continuación se describen brevemente las diferentes fases que debería tener el diseño de un sistema de comercio electrónico para las PYMEs.

Paso 1: Se define una arquitectura basándose en las decisiones sobre las aplicaciones deseadas. El diseño de la arquitectura se centrará en la definición de los objetivos y visión de empresa, de la arquitectura de la información, de la arquitectura de datos, de la arquitectura de la aplicación y de la arquitectura organizacional.

Paso 2: Se selecciona una opción tecnológica para la implementación del negocio. Existen varias soluciones alternativas, como contratar un proveedor de aplicaciones que realice el trabajo totalmente, construir una solución a medida o comprar una aplicación e instalarla.

Paso 3: Después de definir la arquitectura y seleccionar la solución tecnológica, el siguiente paso consiste en la instalación y la conexión de la infraestructura de comunicaciones. Son necesarias conexiones hacia una red, a bases de datos, con aplicaciones de socios, etc.

Paso 4: A continuación, una vez que las aplicaciones han pasado las pruebas pertinentes, comienza la fase de desarrollo de la plataforma. En este punto la empresa se enfrenta con problemas como la formación del personal, la resistencia al cambio y las estrategias de conversión.

Paso 5: La última fase del proceso, es el mantenimiento del sistema. Éste debe ser realizado internamente o bien mediante *outsourcing*. El mantenimiento debe ser riguroso y ejecutado con la frecuencia requerida debido a los constantes cambios tecnológicos que se producen en el campo del comercio electrónico.

En la implantación de un sistema de comercio electrónico, la **seguridad** es un aspecto de vital importancia. Entre los diferentes asuntos que preocupan en seguridad, destacan la autenticación de las partes involucradas en la operación comercial, el aseguramiento de la privacidad de los datos de los clientes y su integridad (posibilidad de confirmar que los datos son originales y no han sido manipulados), y el no repudio de la transacción (prueba de la realización de un contrato o transacción). El equipo encargado de la evaluación del sistema de seguridad deberá, además, tener en cuenta que la seguridad es un proceso evolutivo, sometido a un proceso de cambio constante y que las rupturas de seguridad internas son más frecuentes que las externas.

Para los problemas de privacidad existen soluciones tecnológicas que emplean métodos criptográficos, encargados de proteger de una forma fiable los datos que se almacenan en bases de datos corporativas. Existen también técnicas que aseguran que el acceso a estos datos está restringido a aquellas personas autorizadas.

Los problemas de autenticación se pueden resolver mediante el empleo de certificados digitales, encargados de identificar adecuadamente a las partes involucradas en una transacción comercial. El método de autenticación más común es SSL (*Secure Sockets Layer*), que funciona bien para garantizar la autenticación de las partes pero no garantiza la integridad y la confidencialidad de los datos del cliente.

Existe otra plataforma diseñada por *Visa* y *MasterCard* denominada SET (*Secure Electronic Transaction*), mucho menos extendida que la anterior, pero que ofrece una solución extremadamente segura para todas las partes involucradas en la transacción. Se garantiza la autenticación, la integridad de los datos y la confidencialidad de los mismos, además de garantizar el no repudio de la transacción.

Respecto a los medios de pago electrónicos, aparte de las tarjetas de crédito y transferencias, existen otros formatos como son las tarjetas inteligentes, el pago con firma digital, el cheque digital y la facturación electrónica. Lo que es común a todos estos medios de pago, es la capacidad para transferir dicho pago desde una persona física o jurídica hacia otra en la Red, sin interacción física.

1. 4.4 Otros aspectos: la publicidad y los buscadores

Hoy en día, en el laberinto del *WWW* es fundamental facilitar el encuentro del internauta con la información que busca, y no con cualquier información, sino con la que puede llevarle al sitio web que se quiere promocionar. Una de las grandes aspiraciones de muchos creadores de sitios web es aumentar el número de visitas a su página. Si esto es así con webs que aparentemente no tienen fin económico, aún resulta más evidente si se trata de páginas de empresas que pretenden comercializar sus productos o servicios. Por ello, un aspecto que forma parte importante del comercio electrónico es el marketing. La estrategia de promoción no termina en la misma página web, sino que es necesario un plan publicitario en la Red.

Actualmente son múltiples las fórmulas, de coste variado, que existen para publicitar y dar visibilidad a un sitio web: darlo de alta y patrocinar enlaces en buscadores, establecer boletines de difusión, compartir contenidos o intercambiar espacios con otros sitios web, buscar y facilitar el enlace desde otras páginas relacionadas, utilizar foros para darse a conocer, ofrecer algo que haga que el usuario vuelva, integrar mensajes publicitarios en páginas de audiencia elevada, etc.

Según los expertos, una de las herramientas más efectivas para conseguir que los internautas encuentren y visiten una página en concreto es el posicionamiento favorable en buscadores. Existen algunas técnicas que pueden mejorar la posición; algunas de ellas tratan de "engañar" a los robots de búsqueda, y existen muchas empresas especializadas en posicionar páginas en las listas de resultados de búsquedas. Los buscadores y algunas páginas muy visitadas ofrecen la posibilidad de utilizar enlaces patrocinados por palabras clave. Los sistemas que gestionan enlaces patrocinados por palabras clave adaptan el tipo de enlace publicitario al contenido de la página demandada por el internauta, y parecen ser una fórmula para conseguir situarse en las primeras posiciones del resultado de búsqueda.

El modelo de pago de la publicidad en Internet que se está imponiendo consiste en pagar según la cantidad de clientes que llegan al sitio promocionado desde los sitios web donde se ha insertado la publicidad (el pago directo tiene cada vez una menor importancia). Ejemplo de este modelo de negocio publicitario es el Pago por *Clic* (PPC), sistema basado en enlaces patrocinados mediante el cual el anunciante sólo paga por el número de visitantes que recibe a partir de una página determinada (cuanto mejor es la posición, más caro es el *clic* del internauta). Se trata de "pago por rendimiento", y es el concepto que fundamenta parte del negocio de empresas como *Google*, *Overture* y *Esportting*.

La realidad es que Internet supone un importante desafío para los publicistas, debido a la globalización que se ofrece a través de ella. Los profesionales de la publicidad deben ingeniar un producto adaptado o adaptable a lo largo de todo el planeta. Por parte de los empresarios, es necesario tener en cuenta la importancia de cuidar la presencia en la Red. Un buen diseño de sitio web y una estrategia de promoción adecuada son dos aspectos que pueden ayudar a captar y mantener clientes.

1. 5. Oportunidades y barreras en la implantación de un sistema de comercio electrónico

1. 5.1 Ventajas y oportunidades

En el comercio electrónico existen barreras y oportunidades, al igual que en cualquier negocio, pero en general son más las oportunidades que las barreras, sobre todo si no se espera demasiado tiempo para entrar en el mercado por Internet. En este caso, se perderá lo que se conoce como la ventaja del pionero, y los posibles competidores ya gozarán de ventaja competitiva cuando se decida la entrada en el mercado.

Los motivos que pueden llevar a una empresa a interesarse por entrar en el comercio electrónico son muchos y muy variados; principalmente se puede considerar que la causa fundamental es cuidar y fidelizar a los clientes, usándolo como un arma estratégica que permita personalizar los servicios y llegar a los usuarios de un modo más efectivo y rápido. No obstante, en la implantación del comercio electrónico existen ventajas tanto para el proveedor del servicio como para el consumidor.

Ventajas para la empresa de la aplicación de Internet al comercio:

- Acceso a mayor número de clientes potenciales.
- Se facilita la entrada en nuevos mercados y la extensión del negocio.
- Se reducen de forma importante algunos costes físicos.
- Aumenta la disponibilidad de los productos a un menor coste.
- Mejora de las relaciones comerciales con el cliente.
- Se eliminan intermediarios gracias al contacto directo con el cliente.
- Aumento de los canales de información disponibles para convencer en la compra.
- Mayor facilidad de marketing y servicio post-venta al cliente.
- Existencia de artículos digitales con un coste de distribución cero.
- Mejora en la eficiencia de las transacciones.
- Mercado accesible a las pequeñas empresas en igualdad de condiciones.

Ventajas para el usuario de la aplicación de Internet al comercio:

- Mayor comodidad en las compras, se evitan desplazamientos.
- Desaparecen los horarios comerciales, las tiendas están abiertas las 24 horas.
- Posibilidad de acceso a gran variedad de productos con el mínimo esfuerzo.
- Existe una gran cantidad de información disponible relacionada con los productos de interés.
- Mercado más competitivo y por lo tanto más barato

Los principales beneficios del comercio electrónico son el acceso a nuevos mercados, nuevas formas de marketing y sobre todo la mejora de la relación con el cliente. Éstas, junto con el perfeccionamiento de los canales de información, la mejora de la disponibilidad y de la transparencia de los mercados, así como la posibilidad de ofrecer nuevos servicios y productos, constituyen los llamados beneficios cualitativos. Para las pequeñas y medianas empresas, los principales beneficios del comercio electrónico son el ahorro de costes, tiempo y mayores beneficios.

1. 5.2 Barreras y dificultades

Uno de los primeros factores de riesgo que aparece en las inversiones de venta por Internet son las barreras de entrada al mercado, causadas por la competencia y la posible falta de oportunidades. Estas barreras no son más que una serie de inconvenientes que una nueva empresa puede encontrar a la hora de entrar en un nuevo sector comercial.

Las barreras no son insalvables. La principal dificultad a la que se enfrentan las empresas que intentan abrirse mercado en la Red, es la adquisición de cuota de mercado. Se debe encontrar al cliente entre el gran número de usuarios de la red y ofrecer un producto competitivo en el ciberespacio.

Otro de los obstáculos al comercio electrónico es el rechazo por parte de muchas personas al uso de nuevas tecnologías o el desconocimiento considerable de quienes las utilizan manejando únicamente las funciones básicas. Como ya se ha comentado, en muchas ocasiones, el cliente quiere ver, tocar y probar los productos antes de comprarlos, sin tener en cuenta el hecho de que para mucha gente "ir de compras" supone una actividad lúdica y de esparcimiento similar a otras alternativas de ocio.

A continuación se enumeran algunas de las principales barreras y dificultades para la implantación de un negocio en la red.

- El idioma.
- Políticas de regulación transnacional.
- Políticas de regulación de derechos de autor y protección al consumidor.
- Falta de una legislación consistente y precisa que regule el comercio electrónico.
- Costes de infraestructuras.
- Seguridad en las operaciones.

La barrera más importante para la expansión del comercio electrónico es la falta de confianza hacia las nuevas tecnologías. Esta falta de confianza se basa en tres temores fundamentales: la privacidad, la autenticación y la seguridad global.

Los medios tecnológicos necesarios para resolver los problemas de seguridad relacionados con una transacción de comercio electrónico existen y están al alcance de las empresas, por lo que las verdaderas barreras al comercio electrónico no son tecnológicas sino humanas. La tecnología no tiene nada que decir si finalmente un comerciante decide vender la información de sus clientes a terceros, es decir, la privacidad del usuario depende de la integridad moral del comerciante.

Por otro lado, la seguridad en las operaciones depende también de que el comerciante decida integrar en sus servidores todas las medidas tecnológicas existentes y las use correctamente.

1. 6. Conclusiones

Hoy en día, las empresas venden por Internet para acceder a nuevos clientes y mercados, y para mantenerse a la altura de la competencia. El ahorro de costes, y la mejora y versatilidad del servicio al cliente son otros alicientes que llevan a los empresarios a plantearse la implantación de sistemas de comercio electrónico. No obstante, existen problemas, relacionados generalmente con la seguridad en los pagos y las incertidumbres del marco legal.

En esta situación, aunque todavía es reducido el número de navegantes que se lanzan a adquirir productos o servicios por Internet, los que lo hacen quedan generalmente satisfechos con sus compras. Además, hay que tener en cuenta que muchos de los consumidores se informan previamente acerca de sus potenciales adquisiciones en la Red. Por ello, muchos negocios, aunque no ofrezcan la posibilidad de comprar *on-line* por diferentes factores, no renuncian a su presencia en Internet.

A la hora de implantar un sistema de comercio electrónico, se puede elegir entre diferentes fórmulas. Desde la tienda electrónica propia hasta la integración en un escaparate de marketing o centro comercial virtual, existen distintos modelos de negocio. Por otra parte, los agentes que participan en el proceso de comercio electrónico no se reducen a los mismos comerciantes: los proveedores de servicios logísticos o de *outsourcing*, o las entidades de certificación están también involucradas.

En el aspecto organizativo, las estrategias son variadas. Algunos puntos clave para conseguir el éxito son:

1. Ofrecer valor al cliente, tanto en el producto vendido como en el servicio ofrecido durante el proceso de compra.
2. Disponer de un sitio web atractivo y altamente usable. La posibilidad de utilizar sistemas de búsqueda efectivos, de comparar productos, de recibir información detallada sobre la venta, y los procesos de interacción sencillos y guiados (que permitan saber al usuario en todo momento dónde está) facilitan la aceptación del sistema y la satisfacción del cliente.

3. Disponer de un sistema seguro para la compra, que ofrezca además la sensación de serlo (redundancia hardware, encriptación de la información, certificaciones de seguridad, *firewalls*, servidores paralelos, etc.).
4. Desarrollar una estrategia de fidelización de clientes: sugerencias personalizadas de compra, promociones, cupones de oferta, descuentos...
5. Proporcionar la sensación al comprador de que forma parte de una comunidad, mediante *chats*, foros, encuestas, posibilidad de dar su opinión sobre el servicio...
6. Conseguir una estructura organizacional con capacidad suficiente para responder rápidamente a los posibles cambios que puedan suceder.

Además, en el nuevo negocio es importante estar al tanto de las novedades tecnológicas, aunque los fundamentos del comercio electrónico sean transparentes a la tecnología.

En España, el volumen de negocio generado por las ventas *on-line* durante 2003 fue un 33% superior al del año anterior, y parece clara la existencia de una tendencia de crecimiento sostenida en el tiempo, por lo que la presencia en Internet será fundamental para muchos negocios a la hora de mantener su competitividad.

PARTE II.

APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS
DE LA INFORMACIÓN Y LAS
COMUNICACIONES A LA SEGURIDAD
EN EL PEQUEÑO COMERCIO:
LOS SISTEMAS DE VIDEOVIGILANCIA

II. 1. Introducción

Son muchas las noticias que a lo largo del año nos informan de robos y atracos en comercios que manejan objetos de valor elevado, como joyerías, relojerías, etc. En estos establecimientos se concentran materiales y productos de muy elevado valor en objetos de pequeño tamaño (joyas y relojes), que son fáciles de transportar y de ocultar. Son por tanto, objetos muy codiciados por los ladrones, que hacen de estos establecimientos su blanco preferido.

Actualmente, la legislación obliga a los propietarios de establecimientos a disponer de una serie de medidas de seguridad. No obstante, en muchos casos, tanto las medidas de seguridad básicas como las medidas adicionales se revelan insuficientes para evitar que se produzcan los delitos. Este hecho causa frustración y malestar en los propietarios de estos establecimientos, que ven cómo, tras realizar elevadas inversiones en sistemas de seguridad complejos, al final resultan atracados.

Es evidente que no existe ningún sistema de seguridad seguro al 100%, y que la evolución de estos sistemas es una carrera constante entre los expertos en seguridad, que intentan idear y diseñar nuevos sistemas cada vez más seguros y robustos, y los delincuentes, que intentan idear y diseñar medios para anular o evitar las barreras de seguridad. En este contexto, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) ofrecen un conjunto de posibilidades que pueden ayudar a los propietarios de estos establecimientos, a los expertos en seguridad y al personal de las Centrales Receptoras de Alarmas (CRA) a trabajar en un entorno donde:

- Se pueda reducir el tiempo desde que se produce el delito hasta que se lanza el aviso a las Fuerzas de Seguridad del Estado.
- La información disponible para tomar la decisión de que lo que se está produciendo es realmente un hecho delictivo se pueda tomar sobre bases más seguras.
- Se pueda disponer de sistemas de monitorización del estado del establecimiento en tiempo real, en cualquier lugar y desde múltiples terminales.

En las líneas que siguen trataremos de comentar algunas tecnologías que pueden aplicarse en los sistemas de seguridad de pequeños comercios y que pueden ayudar a cumplir los tres puntos mencionados anteriormente. Dichas tecnologías (sistemas sensores o cámaras, sistemas de almacenamiento, sistemas de compresión y sistemas de transmisión) se conjuntan para ofrecer el servicio que hemos escogido como ejemplo central y que describiremos con más detalle: un sistema de videovigilancia.

II. 2. Seguridad pasiva y seguridad activa

La seguridad, tanto de un pequeño establecimiento como de una instalación más grande es un concepto que debe verse de forma global, y que integra una serie de sistemas que deben complementarse y coordinarse, con el objetivo fundamental de proteger un determinado recinto y su contenido, o de avisar lo antes posible a las Fuerzas de Seguridad si se determina que se ha producido un hecho delictivo. En la seguridad intervienen dos tipos de elementos:

- *Elementos de seguridad pasiva.* Rejas, bolardos, cierres, cristales resistentes a la rotura, cajas fuertes acorazadas, etc. El objetivo de estos elementos es impedir o dificultar físicamente, en la medida de lo posible, el acceso de los delincuentes al recinto protegido y a los materiales o productos de valor.
- *Elementos de seguridad activa.* Alarmas y elementos de vigilancia y monitorización. El objetivo de los elementos de monitorización es mantener una vigilancia, visual o acústica, del recinto donde se encuentran los objetos de valor, o de dichos elementos. Esta vigilancia puede realizarse de forma local (en el mismo sitio donde se encuentran los objetos) o remota (en un sitio distinto al lugar donde se encuentran los objetos de valor). Las alarmas son un complemento a los elementos de seguridad pasiva, y su misión es producir un aviso si se produce un intento de acceso no autorizado a un recinto (por ejemplo, al local, a una zona determinada del local o a un expositor de objetos).

Es importante advertir desde un principio que en una aplicación de seguridad es muy importante contar con los dos tipos de elementos mencionados anteriormente, armonizados y conjuntados en una instalación global y coherente, como hemos mencionado anteriormente. Las TIC pueden servir de gran ayuda, y dado que la seguridad en el pequeño comercio es algo muy amplio, nos centraremos en un conjunto de sistemas que se pueden aplicar a los tres puntos de mejora mencionados en la sección anterior, y que son lo suficientemente generales como para cubrir todas las partes principales de un sistema de seguridad activa. Nos referimos a los sistemas de videovigilancia, tanto local como remota.

II. 3. Los sistemas de videovigilancia

Los sistemas de videovigilancia han sufrido una importante modificación en su concepto, apoyada en la reducción de precio y aumento de prestaciones de los sistemas sensores (cámaras), y en la constante evolución de los sistemas de compresión y de transmisión, que posibilitan la transmisión en tiempo real de imágenes de calidad aceptable utilizando Internet.

Hemos pasado, por tanto, de una situación en que la configuración de sistemas de videovigilancia era algo costoso y complicado a una nueva situación en la que es posible montar un sistema de videovigilancia básico (eso sí, sin grandes pretensiones), en poco tiempo y con elementos muy económicos, pudiéndose incluso visualizar las imágenes adquiridas desde lugares remotos vía Internet.

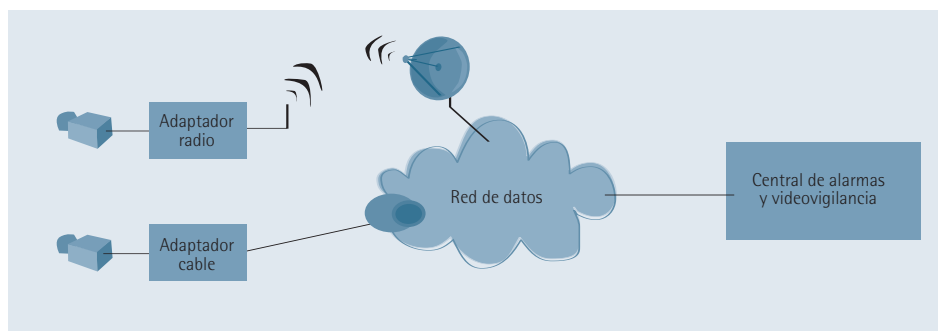
En los sistemas de videovigilancia tradicionales, restringidos al área vigilada o zonas próximas, una o más cámaras están conectadas mediante cableado directo a uno o más monitores de TV y a una o más videograbadoras, formando lo que se conoce como circuito cerrado de TV (CCTV). Estos sistemas utilizan tecnología analógica, lo que, por una parte, complica en cierto grado el proceso de envío de las imágenes de vídeo a distancias medias o largas, y por otra, limita bastante la versatilidad del sistema en cuanto a servicios de valor añadido que se puedan incorporar a la mera visualización y grabación de imágenes.

La irrupción de la tecnología digital en el mundo del vídeo ha multiplicado la cantidad y calidad de las aplicaciones posibles. En el caso de los sistemas de videovigilancia cabe destacar como

ejemplo el hecho de que las imágenes digitales pueden ser procesadas y analizadas con relativa facilidad para la extracción de múltiples características o para su transmisión en tiempo real a cualquier parte del mundo aprovechando las redes de transmisión digital (Internet).

En esta sección comentaremos brevemente los elementos que intervienen en un sistema de videovigilancia remota. La estructura general de un sistema de este tipo se muestra en la *figura 4*.

FIGURA 4. *Sistema de transmisión de video desde una cámara hasta la central de alarmas*



La conexión entre las cámaras y la red de datos puede realizarse por cable o por radio; en cada caso será necesario añadir el adaptador correspondiente. La red de datos está formada por una serie de nodos de interconexión que posibilitan que la información generada por cámaras ubicadas en diferentes puntos geográficos se encamine hacia la central de alarmas. La conexión entre la central de alarmas y la red de datos es (habitualmente) una conexión por cable.

Comentaremos, a continuación, con algo más de detalle los elementos que aparecen en la figura anterior.

II. 3.1 Las cámaras

El primer eslabón de un sistema de videovigilancia está constituido por la cámara. Una cámara de video adquiere las imágenes y las transforma en una señal eléctrica susceptible de ser transmitida a los elementos que permiten recomponer la imagen para su visualización (monitores de TV, por ejemplo) y/o almacenarla en un soporte duradero para su archivo y posterior utilización (videograbadoras). Estos elementos pueden formar parte de la propia cámara, como ocurre en las videocámaras domésticas, o pueden estar físicamente distanciados de la misma, como en el caso de los sistemas de videovigilancia.

Seguidamente revisaremos de forma breve dos tipos de cámaras que pueden ser utilizados en sistemas de videovigilancia: Las *webcams* y las cámaras IP. Aunque existen otros tipos de cámaras, se consideran estos dos debido a que en la actualidad permiten el diseño y puesta en marcha de un sistema de videovigilancia local o remota de forma sencilla y económica.

II. 3.1.1 Webcams

Las *webcams* son cámaras digitales que se han hecho muy populares en los últimos años debido a su bajo coste y su sencillez de utilización. Se utilizan en aplicaciones como videoconferencia, creación de películas de producción doméstica o sistemas de vigilancia de no muy altas prestaciones.

Su sencillez y bajo coste en comparación con otros tipos de cámaras radica precisamente en su filosofía de utilización: dado que están pensadas para ser conectadas a un ordenador personal, incluyen los componentes mínimos necesarios para enviar las imágenes a dicho ordenador, descargando sobre éste todas las utilidades adicionales que se deseen incorporar al sistema, desde la edición, tratamiento, compresión y almacenamiento de las imágenes, hasta su transmisión a través de Internet.

El tipo de conexión típica que actualmente utilizan las *webcams* para comunicarse con el ordenador personal es el bus USB, bien en su versión 1.1 o bien en la más moderna y rápida 2.0, que permite mantener resoluciones aceptables con mayor frecuencia de imagen.

Una *webcam* media suele incorporar actualmente un sensor CMOS con resolución de hasta 640x480 píxeles, frecuencias de imagen de hasta 30 fps, enfoque manual, *zoom* digital, micrófono, conexión USB 2.0 al ordenador y un paquete software que permite ejecutar aplicaciones típicas, incluyendo detección de movimiento en la imagen para activar la grabación en el disco duro del ordenador. Se pueden adquirir también *webcams* de menor resolución, sin *zoom* ni micrófono. En el otro extremo, es posible disponer de *webcams* con sensor CCD de mayor calidad de imagen, incluso motorizadas para poder girarlas automáticamente en dos ejes de movimiento y con programas software que permiten hacer seguimiento facial.

Un ejemplo de *webcam* de gama básica puede ser la *Philips ToUcam II PCVC 820*, que se muestra a continuación.

FIGURA 5. *La cámara Philips ToUcam II PCVC 820.*



Fuente: www.creative.com.

Sus principales características son:

- Interfaz USB.
- Sensor CMOS de 320x240.

- *Plug & Play*.
- Resolución de video: 320x240.
- Resolución de captura de imágenes fijas: 640x480.

Un ejemplo de *webcam* de gama superior puede ser la *Creative PC-CAM 750*, que se muestra en la *figura 6*.

FIGURA 6. La cámara *Philips ToUcam II PCVC 820*.



Fuente: www.creative.com.

Sus principales características son:

- Sensor CCD XGA (1024x768).
- Captura de video hasta 640x780, con 16,7 millones de colores.
- Conexión al ordenador vía USB.
- Puede utilizarse también como cámara digital de fotos.

Esta cámara se comercializa con diversas aplicaciones software. En el ámbito que nos ocupa, resulta de interés una de ellas, denominada *Creative Webcam Monitor*, que incorpora detección de movimiento, y permite gestionar la acción de una alarma, el envío de un *e-mail* o la incorporación de la captura a un sitio web.

Otro ejemplo dentro de la gama superior es la *QuickCam Sphere*, de *Logitech*, que se muestra en la *figura 7*.

FIGURA 7. La cámara *QuickCam Sphere*, de *Logitech*.



Fuente: www.logitech.com.

Se trata de una cámara de forma esférica que incorpora un soporte de 22 cm. Sus principales características son:

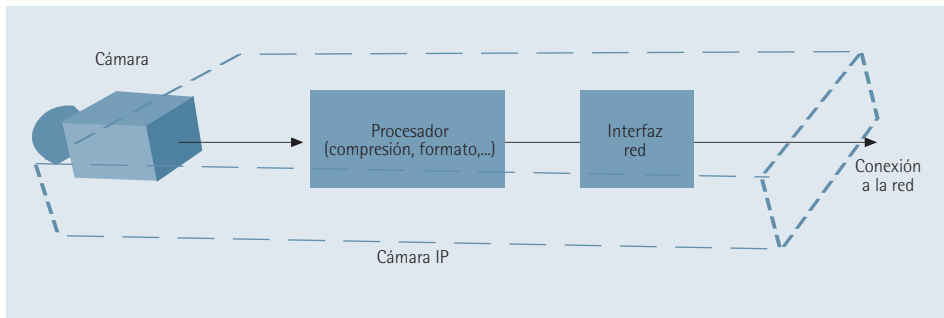
- Sensor CCD VGA de alta calidad.
- Micrófono integrado.
- Captura de video: hasta 640 x 480 píxeles.
- Conexión USB 2.0 y 1.1.
- Función de inclinación y panorámico que permite giros de cámara de 128 grados en sentido horizontal (vista de casi 180 grados), y 54 en sentido vertical (vista de casi 90 grados).
- Incorpora un software que permite el seguimiento automático de la cara.

II. 3.1.2 Cámaras IP

Las cámaras IP son cámaras digitales pensadas para aplicaciones en las que la información de vídeo ha de ser transmitida a lugares no necesariamente cercanos a aquél en el que se adquieren las imágenes. Estas cámaras incorporan los elementos necesarios para poder ser conectadas directamente a las redes de transmisión digital. Por consiguiente, la señal generada por la cámara debe ser adecuadamente procesada para su envío a dichas redes. Este procesamiento incluye, entre otras cosas, la compresión de la información para poder transmitir las imágenes en tiempo real (a velocidad suficiente) y el formateo de la misma de acuerdo a los protocolos de comunicación impuestos por la red en cuestión.

Las cámaras IP pueden conectarse a una red local y a través de ella a Internet, o directamente a un *router* ADSL. También existen cámaras IP con conexión por módem a la línea telefónica básica, pero esta opción implica que cada vez que se desee establecer comunicación habrá que esperar el tiempo necesario para que el módem realice la llamada telefónica correspondiente, lo que en sistemas de vigilancia remota en tiempo real no parece admisible. Existe una gran cobertura de protocolos de comunicación soportados por las cámaras IP: TCP/IP, UDP, http, SMTP, FTP, etc.

FIGURA 8. Diagrama de bloques de una cámara IP.



Las cámaras IP se han convertido en una solución cada vez más utilizada en aplicaciones de videovigilancia. Por este motivo ofrecen ya funciones adicionales que permiten conectar sensores de alarma y actuadores para dispositivos externos (luces, bocinas, cierres, etc.). La transmisión de imágenes puede activarse en respuesta a la activación de algún sensor o por detección de movimiento en la imagen, a la vez que se activan los dispositivos externos que corresponda.

Dado que estas cámaras incorporan un pequeño procesador en su interior, pueden desarrollar la funcionalidad de una *webcam* conectada a un ordenador personal. Así, disponen de servidores web internos que permiten que cualquier usuario, adecuadamente identificado, pueda conectarse en cualquier momento a la cámara a través de Internet para visualizar mediante su navegador habitual las imágenes captadas por la misma. El número máximo de usuarios que pueden estar accediendo a las imágenes simultáneamente suele situarse entre 10 y 20.

Las práctica totalidad de las cámaras IP actuales tienen como principales características comunes: conector tipo RJ45 para conexión a red, servidor web incorporado, entradas y salidas (E/S) de tipo *on/off* para sensores y actuadores y paquetes SW para su configuración y gestión remota. Estos paquetes permiten establecer qué usuarios, con qué contraseñas y con qué privilegios podrán acceder a las cámaras, visualizar las imágenes de varias cámaras simultáneamente, grabar las imágenes de forma programada o en respuesta a eventos de alarma, visualizar imágenes previamente grabadas, etc. Además, la mayoría de estas cámaras puede configurarse para que envíen las imágenes captadas tras una alarma a las direcciones de *e-mail* o FTP que se especifiquen.

Las diferencias fundamentales entre una cámara IP básica y otras de gama más alta se basan, por ejemplo, en la incorporación de información de audio a la señal generada, el soporte de direcciones IP fijas y dinámicas, la sensibilidad luminosa, el ángulo de visión y campo de enfoque, la calidad de imagen que pueden generar (resolución y frecuencia) y, muy importante, la calidad de imagen que pueden transmitir a través de la red. Como la capacidad de la red tiene un límite máximo en cuanto a la cantidad de información digital (bits) que puede transmitir por unidad de tiempo (ancho de banda), conviene que la cámara sea capaz de incluir (comprimir) la mayor cantidad posible de información de vídeo en el menor número posible de bits.

Este último aspecto está fuertemente ligado a la potencia del sistema de compresión disponible. Los algoritmos de compresión de vídeo están en constante evolución, tratando de conseguir la mayor compresión posible con la menor pérdida de información (calidad) posible, lo que normalmente va ligado a un aumento en la complejidad de dichos algoritmos. Las cámaras IP utilizan algoritmos de compresión como JPEG, MJPEG, *Wavelet* y, últimamente, MPEG-4.

A título de ejemplo, presentamos en la *figura 9* un modelo de cámara IP. Se trata de la cámara *Axis 213 PTZ*. La figura muestra el modelo de techo, pero existe también un modelo de sobremesa.

FIGURA 8. *La cámara Axis 213 PTZ.*



Fuente: www.axis.com.

Sus principales características son:

- Realiza compresión en tiempo real *Motion JPEG* y MPEG-4.
- Dispone de un módulo opcional de conexión con audio de dos vías, dos entradas para alarmas y tres salidas para actuadores.
- Conexión directa a redes IP.
- Servidor Web integrado en la propia cámara.

- Movimiento: *pan* (340 grados), *tilt* (100 grados). *Zoom* incorporado.
- Permite la visualización y el control de movimientos y *zoom* desde cualquier PC conectado a la red de área local o a Internet.
- Iluminación IR para toma de imágenes en condiciones de poca luminosidad.
- Conectividad *Wi-Fi* opcional.
- Soluciones software para monitorización, disparo e inicio de grabación asociado a ciertos eventos, y detección de movimiento.

II. 3.2 Sistemas de compresión

En aplicaciones de vigilancia remota, es necesario comprimir el tamaño de la imagen para poder reducir su tamaño y adaptarse así a las restricciones impuestas por los sistemas de transmisión y de almacenamiento. En la actualidad, los estándares de compresión de imágenes más utilizados son MPEG-2, H.263, MPEG-4 y H.264.

- MPEG-2 es el más antiguo y se utiliza fundamentalmente en TV digital y películas en DVD.
- H.263 está pensado para aplicaciones de bajo régimen binario, como la videoconferencia, aunque puede utilizarse también en aplicaciones de transmisión de vídeo en Internet.
- MPEG-4 está pensado para todo tipo de aplicaciones multimedia.
- H.264 es el estándar más reciente y todavía no tiene una implantación comercial.

Con estos algoritmos de compresión es posible reducir hasta en dos órdenes de magnitud los parámetros de régimen binario y capacidad de almacenamiento, a costa de reducir en cierta medida la calidad de la secuencia de imágenes. El estándar de codificación más eficiente es H.264, seguido de MPEG-4, H.263 y MPEG-2. En las aplicaciones de videovigilancia, el estándar que está comercialmente más implantado en la actualidad es MPEG-4, aunque es posible encontrar todavía soluciones tecnológicamente menos avanzadas que emplean H.263.

II. 3.3 Sistemas de almacenamiento

En sistemas de videovigilancia, la detección de alarmas y la reacción ante las mismas en tiempo real dependen fuertemente de los dispositivos de captación de información (cámaras y sensores), de los medios de transmisión y de los dispositivos de visualización y alerta. Sin embargo, tras el intervalo de tiempo normalmente fugaz correspondiente a la ocurrencia de un evento de alarma, la posibilidad de disponer en cualquier momento y durante tiempo indefinido de las imágenes registradas por las cámaras de vigilancia antes, durante y después del suceso, puede resultar vital para mejorar la secuencia de acciones de respuesta a la alarma e incluso para prevenir situaciones similares en el futuro. Esta posibilidad se asegura mediante la utilización de dispositivos de almacenamiento o grabación de imágenes.

Los sistemas de almacenamiento se dividen tradicionalmente en:

- *Analógicos*. En sistemas tradicionales de CCTV, los dispositivos de almacenamiento utilizados son videograbadoras analógicas (VCR). Aunque se trata de equipos similares a los aparatos de

video domésticos, que utilizan cintas (típicamente VHS) para almacenar la información, suelen ofrecer características específicas para la vigilancia. Así, pueden incluir baterías de reserva para fallos de alimentación, entradas para activación automática de grabación, configuración de resolución temporal de imagen, varias entradas de vídeo para más de una cámara, etc.

- *Digitales*. La grabación de imágenes no es ajena a la paulatina y general sustitución de la tecnología analógica por la tecnología digital y así, hoy en día, la oferta de nuevos dispositivos de grabación está mayoritariamente cubierta por equipos digitales DVR (*Digital Video Recorder*). Los elementos fundamentales de un grabador digital son el disco duro, la conexión de red y/o las entradas para digitalización de vídeo. Pueden considerarse dos grandes categorías de sistemas comerciales de almacenamiento digital de vídeo: dispositivos autónomos y dispositivos basados en ordenador personal. En el primer caso, el equipo está listo para funcionar prácticamente en cuanto se alimenta, si bien ofrece parámetros configurables, normalmente desde un ordenador. Puede incluir entradas y salidas para red, vídeo analógico, sensores, actuadores, etc., además de uno o más discos duros para el almacenamiento de información. En el segundo caso, el ordenador, que por defecto dispone de disco duro y conexión de red, puede requerir, si así se precisa, de tarjetas capturadoras de vídeo y de conexiones para sensores y actuadores, además del software que permita hacer que el sistema proceda a grabar cuando y como corresponda, igual que lo haría un sistema autónomo equivalente.

Las ventajas principales del almacenamiento digital frente al analógico son:

- Mayor longevidad del soporte de grabación.
- Facilidad de cambio a soporte óptico (CD, DVD, ...).
- Ausencia de degradación por uso, copia, procesamiento, transmisión, etc.
- Mayor rapidez en la localización y acceso a las imágenes grabadas.
- Posibilidad de encriptación para asegurar la confidencialidad.
- Posibilidad de adición de marcas de seguridad a las grabaciones para su autenticación (detección de intentos de manipulación o modificación).
- Facilidad y flexibilidad para aumentar la capacidad de almacenamiento.

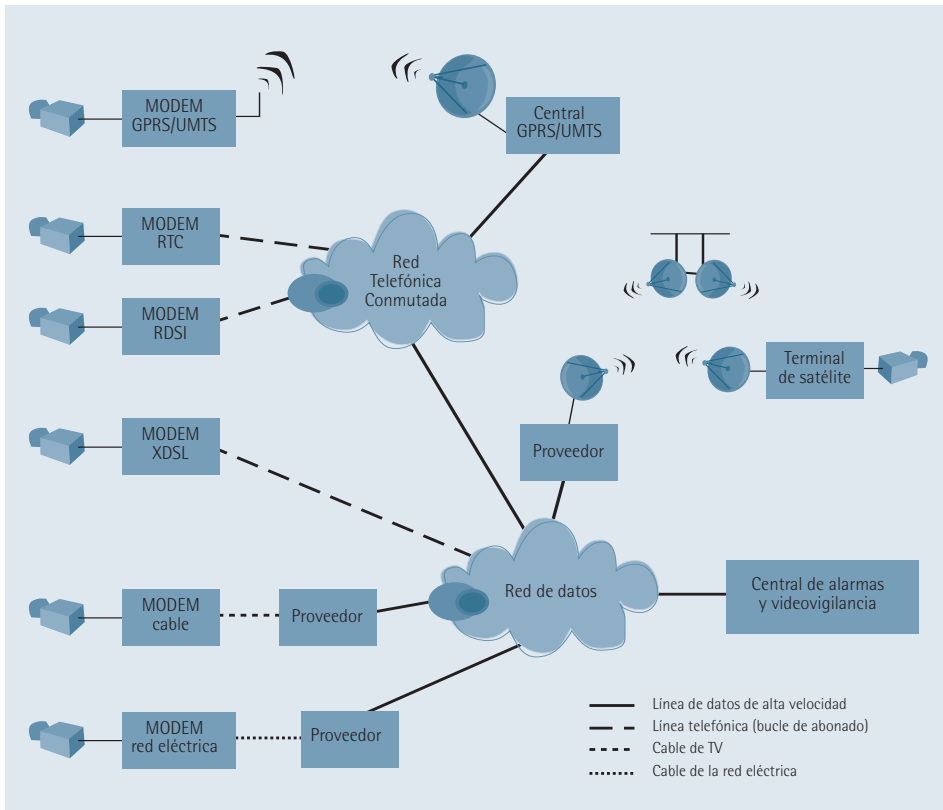
II. 3.4 Sistemas de transmisión

La transmisión de la señal de vídeo desde una cámara digital hasta una central de alarmas es un proceso en el cual los datos transitan a través de tres tramos diferentes (véase la *figura 10*):

- *Transmisión desde la cámara hasta una red de datos de alta velocidad*. Aquí existen diversas alternativas, como conexión mediante módem analógico vía RTC (Red Telefónica Conmutada), conexión mediante módem RDSI vía RTC, conexión ADSL, conexión SDSL, conexión mediante un operador de cable, conexión a través de la red eléctrica, conexión vía satélite, conexión mediante telefonía móvil (GPRS, UMTS),...
- *Encaminamiento por la red de datos*. La red de datos está formada por una serie de nodos de interconexión que posibilitan que la información generada por las cámaras de vídeo-

vigilancia pueda llegar a la central de alarmas. En el caso más general, la cámara estará conectada a la red de datos de un proveedor y la central de alarmas estará conectada a la red de datos de un segundo proveedor. A su vez, ambas redes estarán conectadas entre sí, en un caso extremo a través de un tercer proveedor. Los parámetros que tienen influencia en la transmisión de vídeo desde la cámara digital hasta la central de alarmas son: ancho de banda, latencia, pérdida de paquetes y disponibilidad.

FIGURA 10. *Possibilidades para la transmisión de vídeo entre las cámaras y la central de alarmas.*



- *Transmisión desde la red de datos hasta la central de alarmas.* El tipo de conexión entre la central de alarmas y la red de datos de banda ancha es una decisión que debe tomar la entidad que preste ese servicio en función del tráfico de datos que prevea gestionar y la calidad del servicio que pretenda ofrecer. Desde un punto de vista técnico, este problema está bien resuelto de forma que, si la central de alarmas trabaja con una red de datos y una conexión a la misma que sean adecuadas, la calidad del servicio que presta la central de alarmas no debería verse afectada por estos factores.

II. 4. Ejemplos de sistemas de videovigilancia

En esta sección comentaremos brevemente las características de algunos sistemas de videovigilancia reales, para tener una idea de sus posibilidades. En general, los sistemas de vídeo-vigilancia existentes en el mercado se corresponden con uno o varios de los esquemas que se enumeran a continuación:

- Sistemas orientados a clientes individuales que permiten monitorizar las imágenes servidas desde una cámara en un teléfono móvil UMTS.
- Sistemas orientados a clientes individuales que permiten monitorizar las imágenes servidas desde una o varias cámaras en un ordenador personal a través de Internet, sin necesidad de dispositivos de almacenamiento o con dispositivos de almacenamiento centralizados por un proveedor del servicio.
- Sistemas orientados a clientes individuales que permiten grabar las imágenes servidas desde una o varias cámaras en un dispositivo de almacenamiento del lado del cliente, que a su vez se conecta a un ordenador personal a través de internet, con *software* capaz de gestionar en remoto un número reducido de cámaras.
- Sistemas orientados a empresas que permiten grabar las imágenes servidas desde una o varias cámaras en un dispositivo de almacenamiento del lado del cliente, que a su vez se conecta a un ordenador personal a través de internet, con *software* capaz de gestionar en remoto un número grande de dispositivos.

Veamos algunos de los sistemas y servicios actualmente en estado de comercialización.

II. 4.1 Servicio Alarma Vision (Securitas Direct)

Es un servicio apoyado en la tecnología de Telefónica. Ante el disparo de una alarma, el sistema garantiza la grabación y posterior acceso por parte del cliente a la grabación de lo sucedido 5 segundos antes y 15 segundos después del disparo de la alarma.

II. 4.2 3Gsentinel

La empresa *3Gsentinel* (www.3gsentinel.com) ofrece *kits* de videovigilancia con cámaras IP que se conectan a Internet, software para PC y software para teléfonos móviles UMTS. El sistema permite la visualización de las imágenes generadas por las cámaras en el PC o en el teléfono móvil en tiempo real. También, previa alta en *3Gsentinel*, permite que un evento (detección de movimiento en una cámara) dispare una llamada al móvil.

FIGURA 11. *Kit de videovigilancia de 3Gsentinel.*



El servicio *MoviCam*, de *Telefónica*, es semejante a éste y ofrece la posibilidad de conexión a una cámara web con un móvil UMTS. Sería necesario completar el sistema con algún procedimiento para que los eventos disparasen llamadas al móvil. Esto puede conseguirse con la cámara IP, con un sensor de presencia o con una combinación de ambos.

II. 4.3 Videosupervisión

Es un servicio ofrecido por *Telefónica* (www.telefonicaonline.com). Para acceder al mismo, es necesaria la adquisición de una cámara IP, un *router* ADSL y darse de alta en el servicio de videosupervisión. Opcionalmente pueden conectarse más cámaras y también sensores de movimiento. Es aconsejable que el ordenador desde el que se visualizan las imágenes en remoto tenga también una conexión ADSL. El servicio de videosupervisión permite la visualización de vídeo desde un ordenador personal, seleccionando la fuente de hasta 10 cámaras que pueden estar conectadas a uno o más *routers*; también ofrece la grabación de vídeo en un servidor de telefónica (300 Mb ampliable) y el aviso mediante un mensaje SMS cuando se dispara un evento en un determinado sensor.

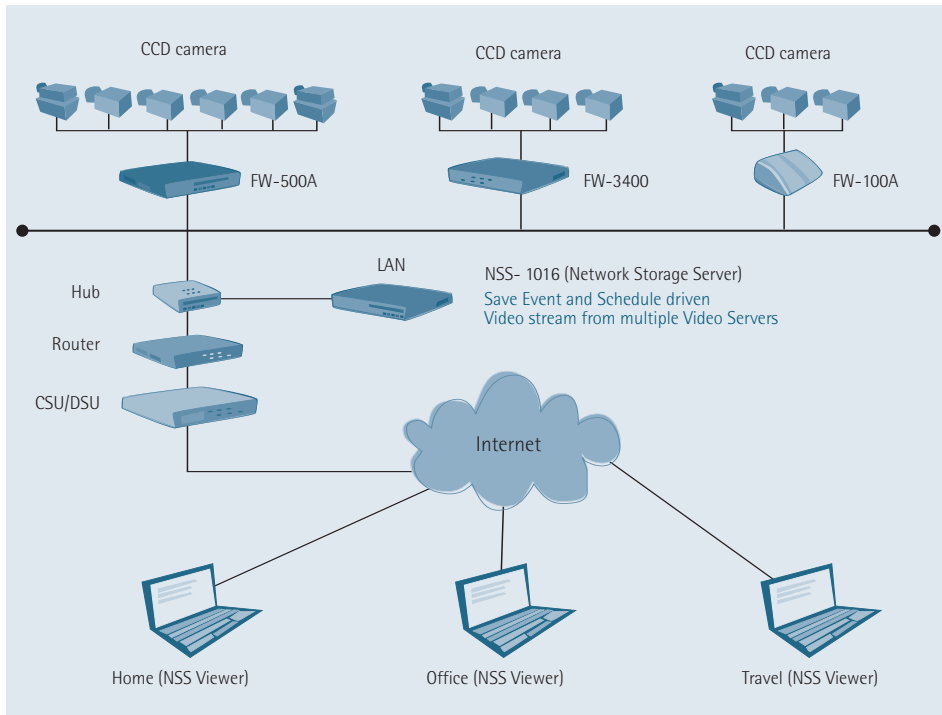
II. 4.4 Gama Flexwatch de Seyeon Technology

Se trata de una gama de productos (www.flexwatch.com) pensados para la gestión local o remota de sistemas de vigilancia y seguridad de pequeñas instalaciones que pueden estar geográficamente dispersas. El sistema está compuesto por una selección de cámaras, grabadores y transmisores de vídeo digital de variadas prestaciones, adaptables a cualquier tipo de instalación y con conexión red TCP/IP (LAN, ADSL, etc.) y por un programa receptor para PC con el que efectuar desde un mismo escenario la gestión remota de hasta 256 cámaras. En el lado del cliente puede haber cámaras directamente conectadas a la red de transmisión, cuando dispongan de tal posibilidad, o conectadas a un transmisor de vídeo. Por ejemplo, el modelo FW500A admite hasta 6 cámaras y comprime en formato MJPEG. Los transmisores de vídeo disponen de entradas para sensores y salidas para actuadores. La activación de algún evento puede ser notificada mediante e-mail, adjuntando una imagen de la cámara que generó el evento. Se admite la conexión al transmisor de un servidor de audio bidireccional (como el FW-V10).

En cualquier punto de la red pueden conectarse uno o más grabadores de vídeo, como el NSS-1016, que admite la grabación de hasta 16 cámaras simultáneamente. Estos dispositivos pueden ser configurados para grabar según un determinado plan horario o en respuesta a determinados eventos. También desde cualquier punto de la red pueden utilizarse uno o más PCs con un

software (FW Manager) para recibir y almacenar imágenes bajo demanda (en directo o desde un grabador), por agenda, detección de movimiento, etc. Permite activar actuadores conectados a los videotransmisores o controlar cámaras PTZ. Un grabador tipo NSS-1016 admite hasta 10 clientes simultáneos, mientras que un transmisor tipo FW500A admite entre 30 y 50. Un posible esquema del sistema global podría ser el que se muestra en la *figura 12*, extraída de www.flexwatch.com.

FIGURA 12. Sistema de supervisión basado en la gama de productos de Flexwatch.



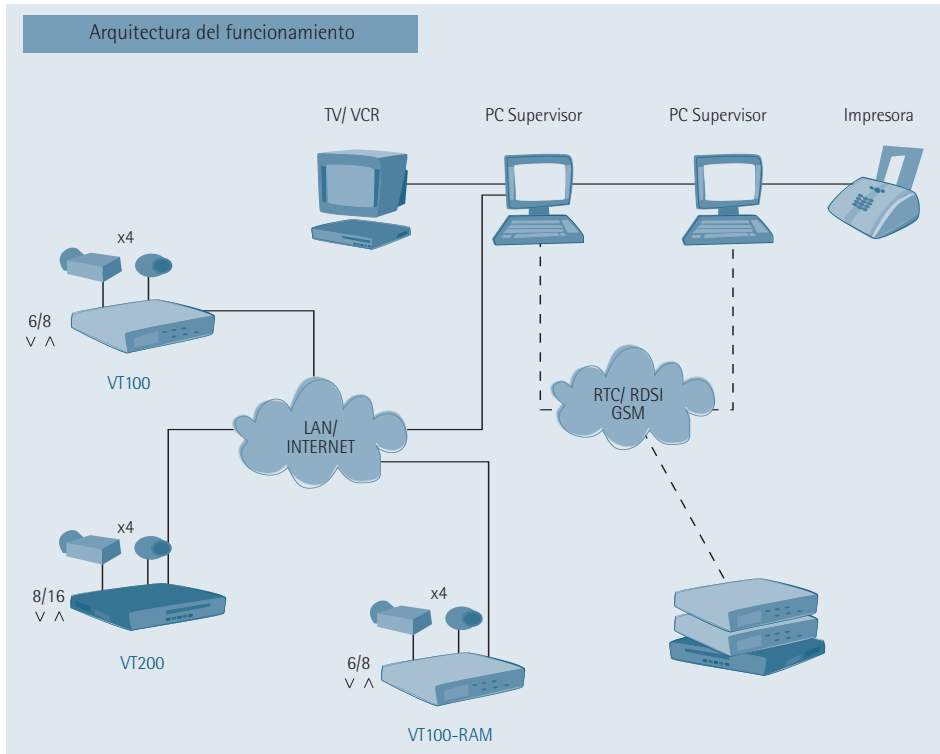
II. 4.5 Gama VT de VideoSafe Technology

Se trata de una gama de productos (www.videosafe.net) pensados para la gestión remota de sistemas de vigilancia y seguridad de instalaciones pequeñas o de tamaño medio con sedes geográficamente dispersas. El sistema está compuesto por una selección de grabadores-transmisores de vídeo digital de variadas prestaciones, adaptables a cualquier tipo de instalación y a cualquier red de comunicación y por un programa receptor para PC con el que efectuar desde un mismo escenario la gestión remota de las instalaciones. Los grabadores-transmisores de vídeo digital se instalan en el lado del cliente y pueden ser configurados para grabar según un determinado plan horario o en respuesta a determinados eventos. Estos eventos pueden provenir de sensores específicos o ser generados por la detección de movimiento en la imagen de alguna de las cámaras conectadas al grabador.

El sistema permite grabar la información registrada durante un tiempo previo y posterior a la ocurrencia de alguno de estos eventos. Utiliza compresión basada en DCT con supresión de

fondo (similar a MPEG-4). Asimismo, el grabador puede configurarse para transmitir video en tiempo real a un sitio remoto en respuesta a la ocurrencia de algún evento o bajo demanda remota. La tarea de transmisión no detiene la grabación de imágenes. El equipo dispone de conexiones para RTC, RDSI, GSM y TCP/IP (LAN, WAN, ADSL). Existe la posibilidad de utilizar canales de audio bidireccionales entre el local del cliente y el centro remoto de supervisión. En el centro de supervisión existirán uno o más PCs con un software que permite recibir imágenes bajo demanda (en directo o grabadas) o como consecuencia de una llamada por situación de alarma desde los locales vigilados. También permite activar actuadores conectados a los vídeograbadores o controlar cámaras PTZ. Tiene capacidad de almacenar automáticamente y procesar manualmente las imágenes recibidas, pudiéndose tomar fotografías para su impresión o envío por fax. Un posible esquema del sistema global se muestra en la *figura 13*, extraída de www.videosafe.net.

FIGURA 13. *Sistema de supervisión basado en la gama de productos de Videosafe Technology.*



II. 5. Conclusiones

En esta parte del capítulo se ha presentado un campo de aplicación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el pequeño comercio: los sistemas de seguridad, y más concretamente, los sistemas de videovigilancia.

Se trata de sistemas que permiten monitorizar y vigilar un determinado recinto o instalación, generalmente de forma remota, por parte del propietario de la misma o del personal de la Central Receptora de Alarmas (CRA).

Partiendo de los sistemas iniciales, basados en televisión en Circuito Cerrado (CCTV), con cámaras y sistemas de grabación y almacenamiento analógicos, se está produciendo una evolución imparable hacia los sistemas digitales. Es decir, la cámara y los dispositivos de almacenamiento utilizan tecnología digital. Esto tiene múltiples ventajas, entre las que se cuentan una mayor capacidad de almacenamiento, la posibilidad de cifrar la información y la práctica ausencia de pérdidas de calidad.

Adicionalmente, la amplia extensión alcanzada por las redes de comunicaciones (Internet llega o puede llegar a prácticamente cualquier hogar o establecimiento), y la aparición de sistemas de compresión de imágenes en tiempo real han hecho posible el envío de imágenes de cámaras de videovigilancia en tiempo real con calidad aceptable utilizando dichas redes.

Se trata de un cambio cualitativo en el concepto de estos sistemas, que permite una mejora de sus prestaciones, un aumento de sus posibilidades y una reducción de costes. De hecho, contando con una *webcam* o una cámara IP, un ordenador personal, una conexión a Internet de banda ancha y software adecuado, cualquier persona, podría montar en su domicilio, de forma económica, un sencillo sistema de videovigilancia remota, y, por ejemplo, ver desde otro domicilio, o desde su móvil, lo que sucede en su casa.

La viabilidad técnica y la oportunidad tecnológica de estas soluciones está avalada por las soluciones comerciales que ya empiezan a ofrecer ciertas empresas, algunas de las cuales se han considerado anteriormente.

II. 6. Referencias

- AECE (2004): *Estudio sobre comercio electrónico B2C 2004*. AECE-FECEDM, Madrid.
- Auna (2004): *España 2004. Informe anual sobre el desarrollo de la sociedad de la información en España*. Fundación Auna, Madrid.
- Briz, J.; Laso, I. (2001): *Internet y el Comercio Electrónico*. ESIC-Editorial, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Cotec (1999): *Nuevos campos para la innovación: Internet y el comercio electrónico de bienes y servicios*. Cotec, Madrid.
- CMT (2004): *Informe sobre el comercio electrónico en España a través de entidades de medios de pago* (1er trimestre 2004). Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, Madrid.
- Wu, D.; Hou, Y.T.; Zhu, W.; Zhang, Y.; Peha, J.M. (2001): Streaming Video Over the Internet: Approaches and Directions. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*. Vol 11, nº 3.
- G. Álvarez (2004): *Barreras al comercio electrónico*. Instituto para la seguridad en Internet.
- Hampapur, A.; Brown, L.; Connell, J.; Pankanti, S.; Senior, A.; Tian, Y. (2003): Smart: Surveillance: Applications, Technologies and Implications. *Proceedings of the 2003 Conference on Information, Communications and Signal Processing*.
- Heartwell, C.H.; Lipton, A.J. (2002): Critical Asset Protection, Perimeter Monitoring and Threat Detection Using Automated Video Surveillance. *36th Annual Intl. Carnahan Conf. on Security Technology*.
- Richardson I.E.G. (2003): *H.264 and MPGG*. Wiley & Sons.
- INE (2003): *Encuesta de Tecnologías de la Información en los hogares 2003*. <<http://www.ine.es>>, [5 diciembre 2004].
- INE (2004): *Encuesta sobre el uso de TIC y Comercio Electrónico en las empresas 2003*. <<http://www.ine.es>>, [5 diciembre 2004].
- Castleman, K.R. (1996): *Digital Image Processing*. Prentice-Hall.
- Observatorio Virtual Tartessos: <<http://www.ifes-aragon.com/obj2000/tartessos/observatorio/información>>, [1 diciembre 2004].
- Tari (2003): *Pasos a seguir para montar un sistema de comercio electrónico*. <<http://www.idg.es>>, [1 diciembre 2004].

EDITA

Consejo Social, Universidad Politécnica de Madrid

PROYECTO GRÁFICO

base 12 diseño y comunicación

DEPÓSITO LEGAL

M-33.263-2005

TIC

Tecnologías de la Información
y las Comunicaciones



Consejo
Social

UPM

Universidad Politécnica de Madrid