



Tecnología de identificación por Radiofrecuencia y sus principales aplicaciones





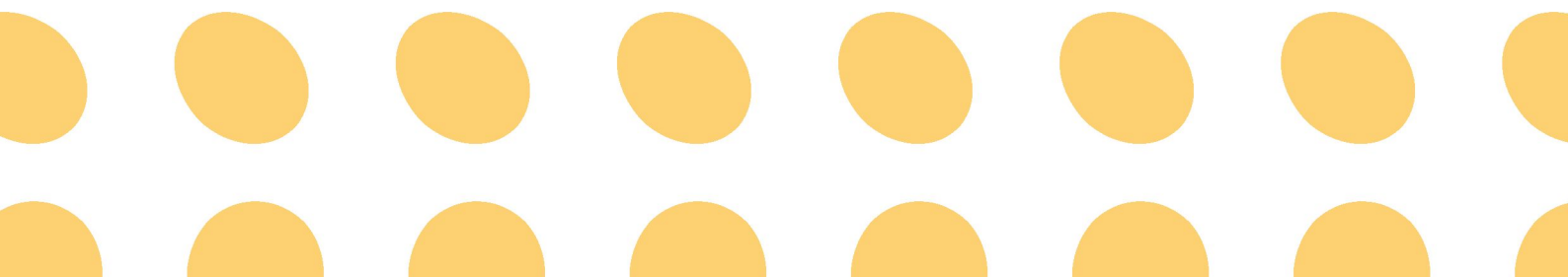
2007 Junta de Castilla y León

Edita: Consejería de Fomento.

Realiza: Observatorio Regional de la Sociedad de la Información. (ORSI)

Depósito Legal:

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento.



ÍNDICE

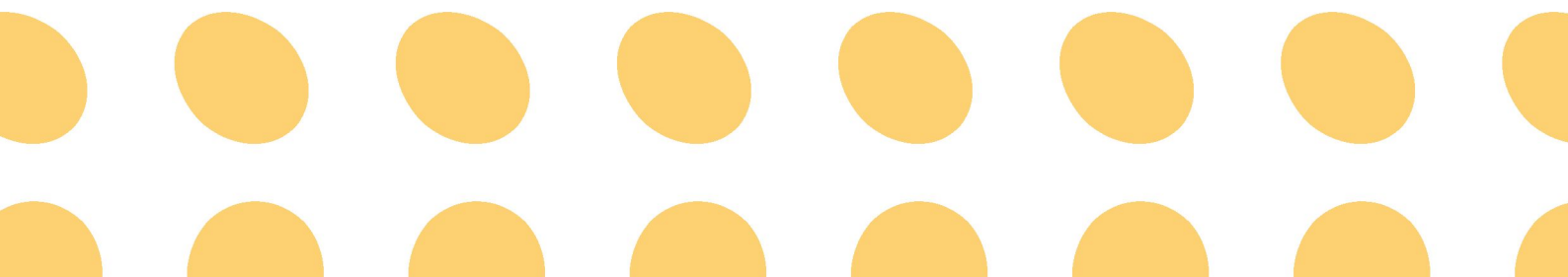
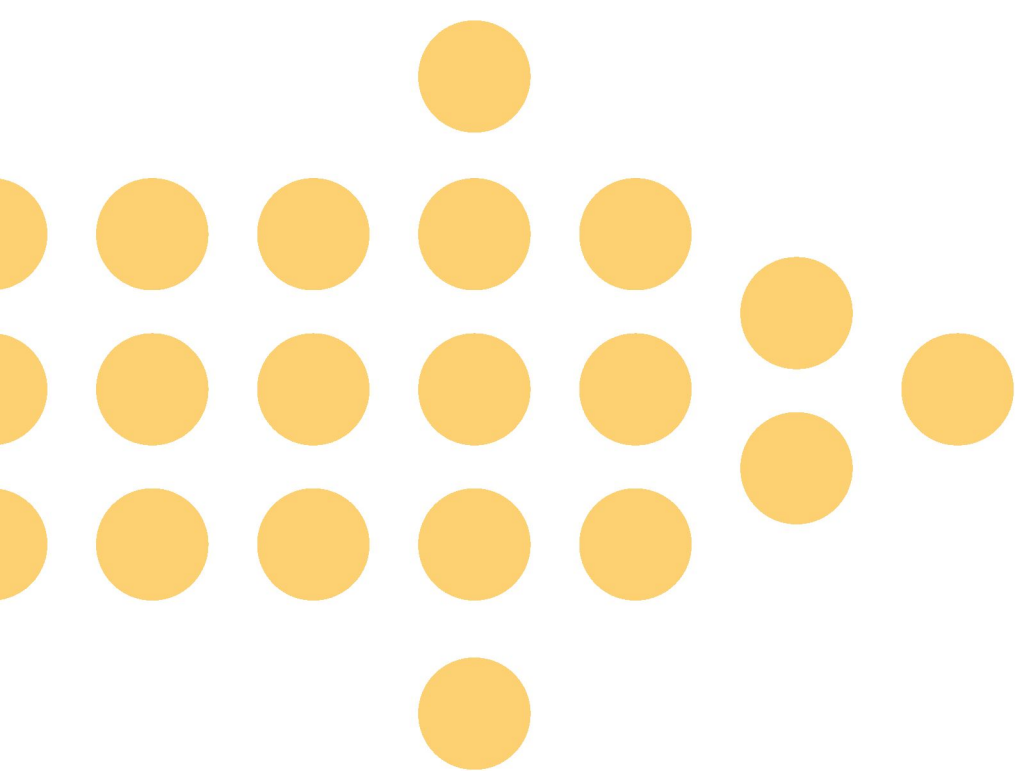
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 Presentación del estudio	8
2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA TECNOLOGÍA RFID.....	9
3. SITUACIÓN ACTUAL	13
4. TECNOLOGÍA RFID	17
4.1 ¿Qué es RFid?	19
4.2 Componentes de un sistema RFid	20
4.2.1 Etiquetas RFid.....	20
4.2.2 Lectores RFid.....	23
4.3 Tipos de sistemas RFid	24
4.4 Funcionamiento de un sistema RFid	27
4.5 Factores críticos.....	27
4.6 Problemática.....	29
5. RFID VS CODE-BARS.....	31
5.1 Convivencia de ambos sistemas	33
5.2 Diferencias entre ambas tecnologías	34
6. REGULACIÓN Y NORMATIVA	37
6.1 Organismos reguladores	39
6.2 Normalización	40
6.3 EPC Gen2	43
6.4 Legislación	44
7. OBSTÁCULOS AL DESARROLLO DE RFID.....	45
7.1 Reducida banda de frecuencias disponible en UHF.....	47
7.2 Falta de un estándar global	48
7.3 Privacidad y protección de datos	48
7.3.1 El comando “kill”	49
7.3.2 La jaula de Faraday	49
7.3.3 Interferencia activa de señales de radiofrecuencia	50
7.3.4 Etiquetas RFid inteligentes.....	50
7.3.5 “Blocker tag”.	51
8. APLICACIONES Y USOS ACTUALES DE LA TECNOLOGÍA RFID.....	53
8.1 Logística.....	55
8.2 Gestión de la cadena de suministro (Supply Chain Management)	58
8.3 Producción.....	60
8.4 Industria automovilística	60
8.5 Trazabilidad de equipaje en aeropuertos	61
8.6 Peaje automatizado	61
8.7 Tarjetas identificadoras	61
8.8 Gestión de bibliotecas	62
8.9 Médico-Sanitarias.....	64
8.10 Supermercados.....	65
8.11 Monitorización de ganado	66

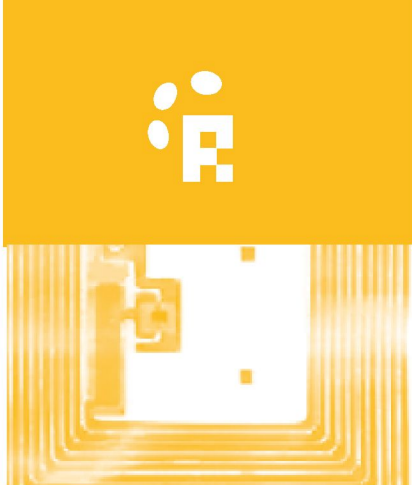


8.12	Aplicaciones de RFid en el ámbito escolar	66
8.13	Auditoría de elementos críticos	68
8.14	Seguridad, control de accesos y documentación oficial.....	68
8.15	Otras aplicaciones.....	72
9.	BUENAS PRÁCTICAS EN CASTILLA Y LEÓN	73
9.1	Hospital Nuestra Señora de Sonsoles en Ávila.....	75
9.2	Tarjeta ciudadana de León.....	77
9.3	Comedores escolares subvencionados por la Junta de Castilla y León.....	78
9.4	Programa “El niño también viaja seguro”	80
9.5	Grupo Leche Pascual.....	83
10.	LÍNEAS FUTURAS.....	85
11.	CONCLUSIONES	91
12.	ANEXOS	95
	ANEXO 1: ESTÁNDARES ISO RFID	97
	ANEXO 2: NORMATIVA EUROPEA.....	98
	ANEXO 3: CLASES DE ETIQUETAS	99
13.	REFERENCIAS.....	101

1. Introducción







1. INTRODUCCIÓN

RFid es el acrónimo de *Radio Frequency IDentification*, que en castellano podría traducirse como *Identificación por Radiofrecuencia*. Se trata de un término genérico en el que se incluyen todas aquellas tecnologías que utilizan ondas de radio para identificar de forma automática personas, animales u objetos.

Hay varios métodos de identificación automática, pero el más común consiste en registrar un número de serie que identifica de forma unívoca a la persona, animal u objeto, eventualmente unido a otra información relevante, en un dispositivo denominado etiqueta o tag RFid. Así, a grandes rasgos, podríamos definir RFid como un método de almacenamiento y recuperación de datos de manera inalámbrica y sin necesidad de visión remota.

La gran ventaja que aporta la identificación por radiofrecuencia frente a otras técnicas de identificación más extendidas, como el código de barras, es que la radiofrecuencia no requiere visión directa del elemento a identificar.

La Sociedad de la Información ofrece numerosas oportunidades de desarrollo socioeconómico a través de la aplicación de las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC). En este marco de las nuevas tecnologías de la información, es donde los sistemas basados en identificación por radiofrecuencia, que ya ha sido bautizada en determinados sectores (principalmente en el ámbito de la logística) como la “Internet de las cosas”, adquieren una gran importancia. Por ello se considera necesario conocer los aspectos, características, ventajas, inconvenientes y aplicaciones de esta tecnología que cada vez está más extendida.

Esta es la principal razón por la que la Junta de Castilla y León, consciente de la oportunidad que presentan las TIC en la sociedad del futuro, y apostando firmemente porque la Comunidad no se quede rezagada en esta materia, recoge, dentro de la nueva Estrategia Regional para la Sociedad del Conocimiento 2007-2013 (ERSDI), varias iniciativas encaminadas a la difusión e implantación de las tecnologías innovadoras tanto en la propia Administración Pública Regional como en la empresa privada. Dentro de estas iniciativas se contempla el uso de las tecnologías RFid como una de las aplicaciones que mayores posibilidades de desarrollo socioeconómico ofrece y como una de las que mayor proliferación y frecuencia de uso presentará en los próximos años. Por tanto, el Gobierno Regional, con la nueva ERSDI 2007-2013, busca conseguir una posición de vanguardia en el empleo y aplicación de las nuevas tecnologías, adoptando a tal fin un papel activo que permita liderar las medidas de fomento e implantación efectiva de las TIC.

Por todo ello, la Junta de Castilla y León presenta este estudio, en el marco de la ERSDI 2007-2013, cuyo principal objetivo es difundir estas oportunidades tecnológicas a todos los castellanos y leoneses y, en especial, a los empresarios y al resto de administraciones, para contribuir a la implantación de experiencias y proyectos piloto especialmente relevantes que permitan a la Región ser pionera en determinados campos tecnológicos de importancia estratégica, como es el caso de la tecnología RFid.

En el plano Europeo, en la última edición de la Expo CeBIT¹, la Comisaria Reding² anunció el establecimiento de distintas etapas a seguir desde la Unión Europea, con el fin de desarrollar una política marco sobre la identificación por radiofrecuencia en Europa. De este modo, es evidente la importancia que Europa otorga a la tecnología RFid. En palabras de Gérald Santucci³, “RFid es, junto con los scanners, sensores y los dispositivos inteligentes, la puerta de entrada a la denominada Internet de las cosas. Probablemente, durante la próxima década, los procesos de negocio se transformarán en redes flexibles y con gran capacidad de adaptación proporcionando a las empresas acceso a datos precisos, así como conocimiento en tiempo real, que les permita reconocer y responder de manera más efectiva a los cambios de su entorno”.

En este estudio pretendemos dar una visión completa de esta tecnología, sus usos actuales y sus posibles aplicaciones futuras, así como de sus inconvenientes en diferentes ámbitos de actuación. Además, se analizarán algunos casos, tanto de aplicaciones de éxito de la tecnología RFid como de virtualidades susceptibles de desarrollo y aprovechamiento, encontrados en el seno de las Administraciones Públicas de Castilla y León.

1.1 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

El documento se estructura en 11 apartados, incluido este apartado de introducción.

- En el apartado 2 se analiza la evolución histórica de la tecnología RFid.
- En el apartado 3 expondremos la situación actual de la tecnología RFid.
- Posteriormente, en el apartado 4, explicaremos las características técnicas de un sistema RFid, los tipos de RFid que existen y los problemas derivados de su aplicación bajo determinadas circunstancias (como los ambientes metálicos o las interferencias con otros sistemas de radiofrecuencia).
- En el apartado 5 se realiza un estudio comparativo entre la tecnología RFid y la técnica de identificación por código de barras.
- En el apartado 6 analizaremos los aspectos relacionados con la normativa aplicable a esta materia, enumerando los organismos reguladores existentes y los estándares utilizados.
- El apartado 7 se dedica a las contingencias y los obstáculos que impiden el desarrollo pleno de la tecnología RFid.
- En el apartado 8 reflejamos las posibles aplicaciones y usos actuales que tiene esta tecnología.
- El apartado 9 contiene algunos ejemplos de buenas prácticas de uso de RFid en Castilla y León.
- El apartado 10 analiza las líneas futuras y tendencias probables de la tecnología RFid.
- Y finalmente, en el apartado 11 presentaremos las conclusiones más significativas del estudio realizado.

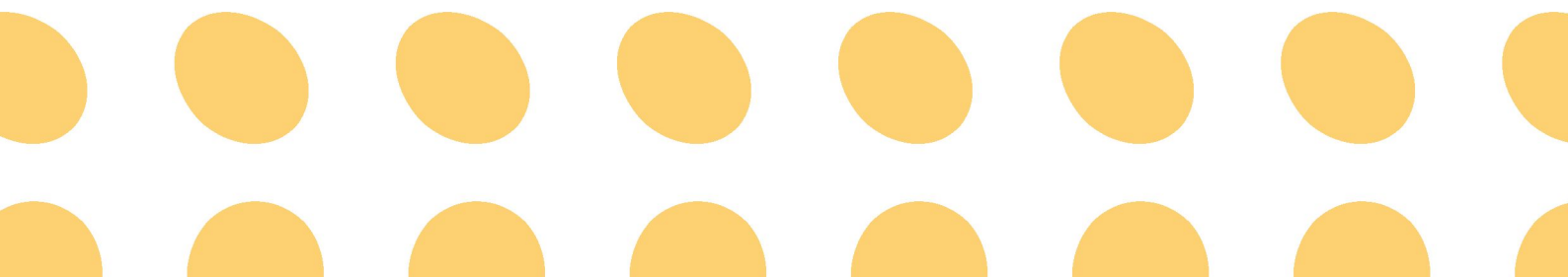
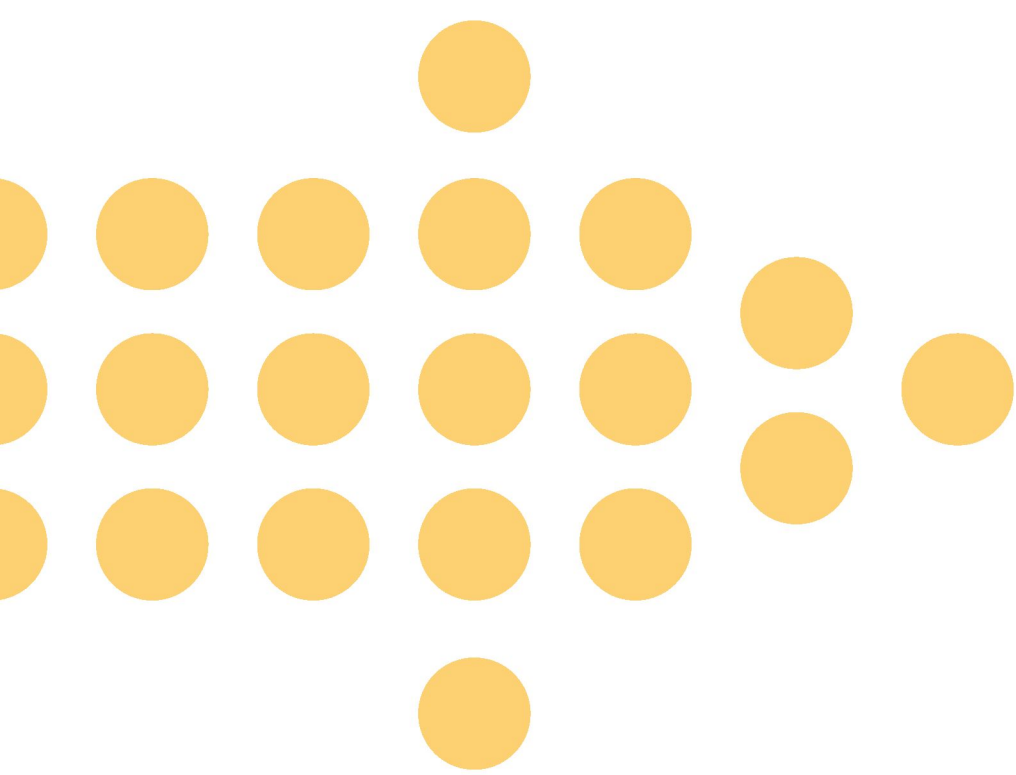
¹ Se trata de la exposición de computadores, tecnologías de la información, telecomunicaciones, software y servicios más importantes del mundo. Se celebra cada primavera en la ciudad alemana de Hannover.

² Viviane Reding es la Comisaria Europea de la Sociedad de la Información y Medios de Comunicación.

³ Gérald Santucci es el Jefe de la Unidad de “Empresas en red e identificación por radiofrecuencia – RFid” de la Comisión Europea. Desde febrero de 1986 trabaja en la Dirección General de la Sociedad de la Información y Medios de Comunicación de la Unión Europea.



2. Evolución histórica de la tecnología RFid





2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA TECNOLOGÍA RFID

Aunque los últimos años han sido los de la auténtica “explosión” de estos sistemas, la tecnología Rfid ha sido objeto de una larga y constante evolución histórica.

El origen se encuentra en la tecnología de radio utilizada en la Segunda Guerra Mundial por varios países para identificar aeronaves. Alemanes, japoneses, americanos y británicos emplearon el radar para detectar la aproximación de aviones mientras todavía se encontraban a varias millas de distancia. El problema era que no se podía identificar qué aviones pertenecían al enemigo. Como solución, los británicos desarrollaron el primer sistema activo de identificación: colocaron un transmisor en cada uno de sus aviones, de manera que al recibir señales de las estaciones de radar terrestres devolvían una señal que los identificaba.

Los avances en el radar y en los sistemas de comunicaciones por radiofrecuencia continuaron en las décadas de los 50 y 60. Científicos y académicos de Estados Unidos, Europa y Japón realizaron investigaciones y presentaron diversas conclusiones explicando cómo la energía de radiofrecuencia podía emplearse para identificar objetos de forma remota.

Al mismo tiempo, algunas compañías comenzaron a distribuir un sistema antirrobo para comercio al por menor, que empleaba ondas de radio para determinar si un artículo había sido pagado o no.

La primera patente para un tag Rfid activo con memoria reescribible se concedió en Estados Unidos a Mario W. Cardillo, en 1973.

Por su parte, el gobierno de los Estados Unidos también estuvo trabajando en sistemas Rfid en la década de los 70, desarrollando sistemas para el seguimiento de materiales nucleares y de ganado vacuno, entre otros.

Con el paso del tiempo, distintas compañías empezaron a comercializar sistemas de radioidentificación de 125 KHz, conocidos como *Low Frequency*, que posteriormente se trasladarían al espectro de la alta frecuencia (13.56 MHz). Y a principios de los 90, ingenieros de IBM desarrollaron y patentaron un sistema Rfid UHF (*Ultra-High Frequency*).

La tecnología Rfid en la banda de UHF sufrió un impulso en 1999, cuando Uniform Code Council, EAN International, Procter & Gamble y Gillette realizaron aportaciones para fundar el Auto-ID Center en el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT). En esta sede se investigó la posibilidad de colocar tags Rfid de bajo coste en todos los productos para realizar su seguimiento a lo largo de la cadena de suministro. La idea consistía en poner únicamente un número de serie en el tag para mantener el precio bajo, y los datos asociados a dicho número de serie del tag estarían almacenados en una base de datos accesible a través de Internet.



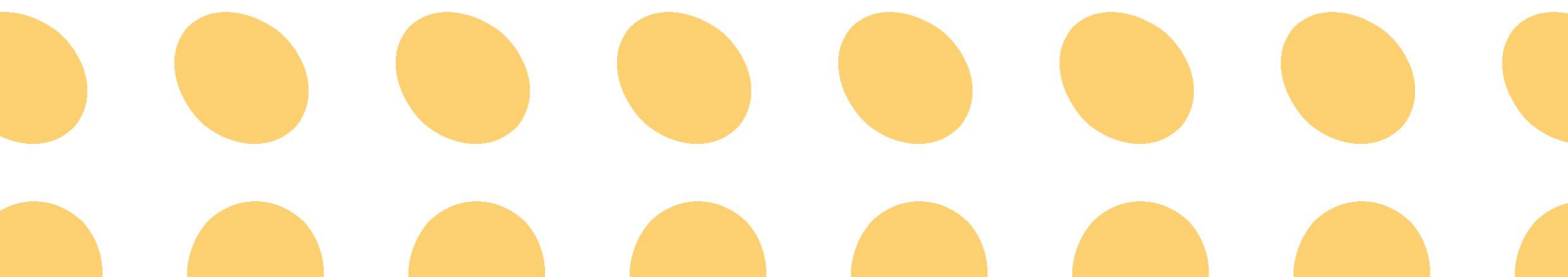
Entre 1999 y 2003 el Auto-ID Center recibió el apoyo de numerosas compañías, además del Departamento de Defensa de los Estados Unidos y muchos vendedores de sistemas RFid. Como consecuencia de ello, se abrieron laboratorios por todo el mundo en los que se desarrolló el *Electronic Product Code* (EPC). Este código está formado por una serie de números que identifican unívocamente objetos (artículos, cajas, palets, etc.) a lo largo de la cadena de suministro. Al igual que los sistemas de identificación numérica actuales (códigos EAN), el código EPC se divide en números que identifican al fabricante y el tipo de producto, pero adicionalmente emplea una serie de dígitos extra que permiten identificar un artículo único. En 2003 se creó EPCglobal como empresa para comercializar el EPC. El objetivo de EPCglobal es velar por el desarrollo de la Red EPC y sus estándares (estándares EPCglobal Gen 1 y EPCglobal Gen 2).

Algunos de los mayores minoristas del mundo – Albertsons, Metro, Target, Tesco, Wal-Mart – y el Departamento de Defensa de los Estados Unidos han afirmado que planean usar la tecnología EPC para el seguimiento de bienes en sus cadenas de suministro. Algunas industrias, como la farmacéutica o la militar, están también adoptando esta tecnología. EPCglobal ratificó un estándar de segunda generación en Diciembre de 2004 sobre el cual se construyen hoy en día muchos productos basados en estos estándares.

En la siguiente tabla puede observarse un breve resumen de la historia de la tecnología RFid a través de las décadas.

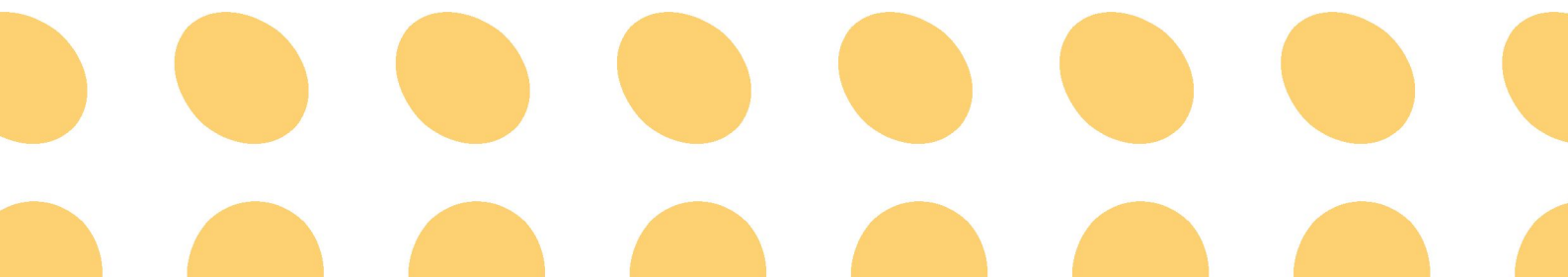
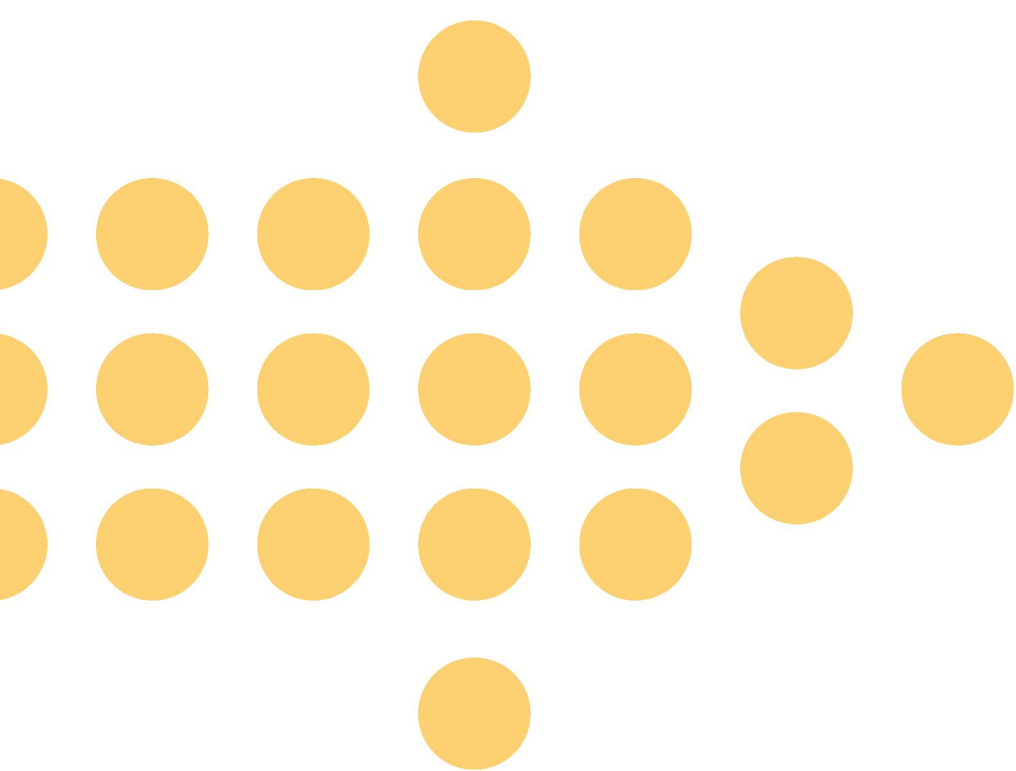
Tabla 1: Evolución histórica de la tecnología RFid

DÉCADAS	EVENTOS
1940–1950	Se define y emplea el radar. Esfuerzos de desarrollo en la Segunda Guerra Mundial. RFid se inventa sobre 1948.
1950–1960	Primeras investigaciones sobre la tecnología RFid. Experimentos en laboratorios.
1960–1970	Desarrollo de la teoría de RFid. Primeras pruebas de campo.
1970–1980	Explosión del desarrollo de RFid. Se aceleran las pruebas con RFid. Primeras implementaciones adaptadas con RFid.
1980–1990	Las aplicaciones comerciales de RFid cobran importancia.
1990–2000	Surgen los estándares. RFid se despliega más ampliamente.
2000–2010	Aparecen aplicaciones innovadoras. Combinación de RFid con servicios móviles personales. RFid subcutáneo para animales y humanos. RFid llega a formar parte de la vida diaria. En el año 2006 se realiza una consulta por parte de la Unión Europea con el objetivo de conocer la opinión de la sociedad y los gobiernos europeos acerca de RFid.



3. Situación actual







3. SITUACIÓN ACTUAL

La Expo CeBIT celebrada cada primavera en la ciudad alemana de Hannover, es considerada como el barómetro de la sociedad de la información. En la última edición de dicha feria, la Comisaria para la Sociedad de la Información y los Medios de Comunicación, Viviane Reding, anunció que la Unión Europea, después del proceso de consulta sobre la tecnología RFid desarrollado en 2006, se plantea los próximos pasos a seguir para la elaboración de una política marco sobre la identificación por radiofrecuencia en Europa. Este anuncio no hace sino resaltar la gran importancia que la Unión Europea otorga al RFid en el marco de la política de la Sociedad de la Información Europea.

En la actualidad, los mercados asiáticos y estadounidenses están invirtiendo millones en desarrollar y divulgar la próxima generación de tecnologías RFid, tratando de asegurarse así una importante cuota del altamente prometedor mercado de RFid. Basta pensar que EEUU ya no es, hoy en día, el mayor mercado de RFid, sino que es China la que ahora ocupa este lugar.

Gérald Santucci, Jefe de la Unidad “Empresas en red e identificación por radiofrecuencia-RFid” de la Comisión Europea, apunta que en los últimos 60 años, se han vendido casi 4.000 millones de tags RFid, de los cuales, una cuarta parte (1.000 millones) se vendió en el año 2006, y casi una quinta parte en 2005. Es decir, que de los casi 4.000 millones de tags vendidos en las últimas 6 décadas, aproximadamente 1.800 millones se vendieron durante el periodo 2005-2006, lo que indica el creciente auge del mercado de RFid. De hecho, se espera que el valor del mercado RFid (incluyendo hardware, software, servicios, etc.) aumente desde los 4.000 millones de euros en 2007 a 20.000 millones de euros en los próximos 10 años, datos que revelan la importancia presente y futura del mercado de RFid.

Como se ha mencionado anteriormente, la Comisión Europea lanzó durante el pasado 2006 un proceso de consulta pública. Dicho proceso se desarrolló en tres etapas, que incluían cinco grupos de trabajo (*Workshops*), una consulta pública *on-line* y una conferencia en Bruselas. La consulta se ha considerado desde la Unión Europea como un éxito avalado por los siguientes datos: participaron más de 500 personas en los *Workshops*, se generaron más de 2.190 respuestas mediante la consulta *on-line*, y asistieron más de 200 oyentes a la conferencia final celebrada en Bruselas.

El proceso de consulta puso de manifiesto que la mayoría de los participantes estaban convencidos de que los sistemas RFid traerán muchos beneficios a la cadena de suministro y a toda la economía en general, pero al mismo tiempo apuntaban la necesidad de cuidar la privacidad.

Europa es, hoy en día, una de las regiones del mundo líderes en investigación y desarrollo de tecnología RFid. Institutos como el Fraunhofer en Alemania, los Auto-ID Labs de la Universidad británica de Cambridge, el Instituto de Tecnologías de Grenoble en Francia o la Universidad de Sant Gallen en Suiza, son líderes en investigación en RFid. Debido a este fuerte posicionamiento en el sector, Europa tiene una especial responsabilidad en la promoción y fomento del diálogo internacional sobre esta materia.

A nivel mundial, las expectativas de crecimiento de uso de esta tecnología son optimistas. Como reconocía Peter Harrop, de la consultora IDTechEX, en un artículo publicado en enero de 2007 en el portal digital *Conversión*⁴, los principales motivos por los que el mercado de etiquetas RFid en el 2006 creció a un ritmo superior al doble de lo que lo hizo en 2005, fueron la decisión del ejército de los EEUU de etiquetar todos los ítems⁵ críticos y todos los artículos de más de 5.000 dólares de valor, y la presión que la FDA⁶ realizó por combatir las medicinas falsificadas.

En el corto plazo, proyectos como el de Wal-Mart, que de llevarse a cabo prevé etiquetar más de 100.000 millones de ítems anuales, o el proyecto de la *China Tobacco Monopoly Administration* que pretende usar sistemas RFid para luchar contra la falsificación de tabaco mediante la colocación de tags RFid en 37.500 millones de paquetes de cigarrillos al año, hacen pensar en un aumento considerable de la industria RFid.

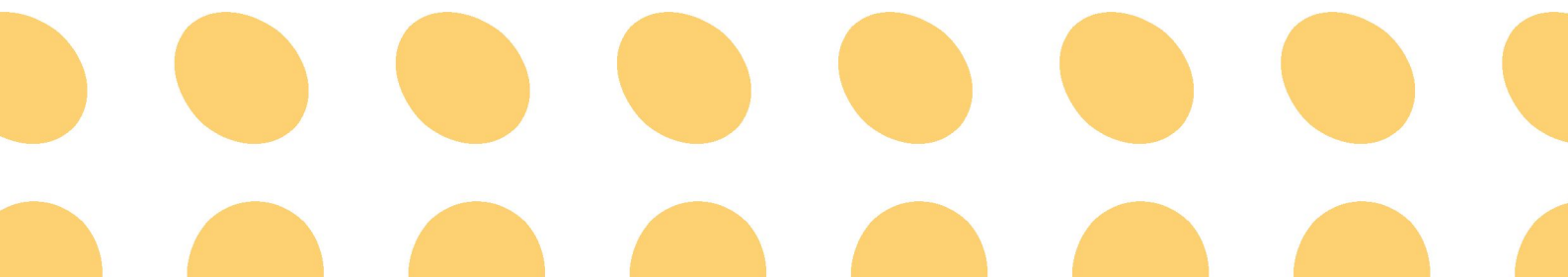
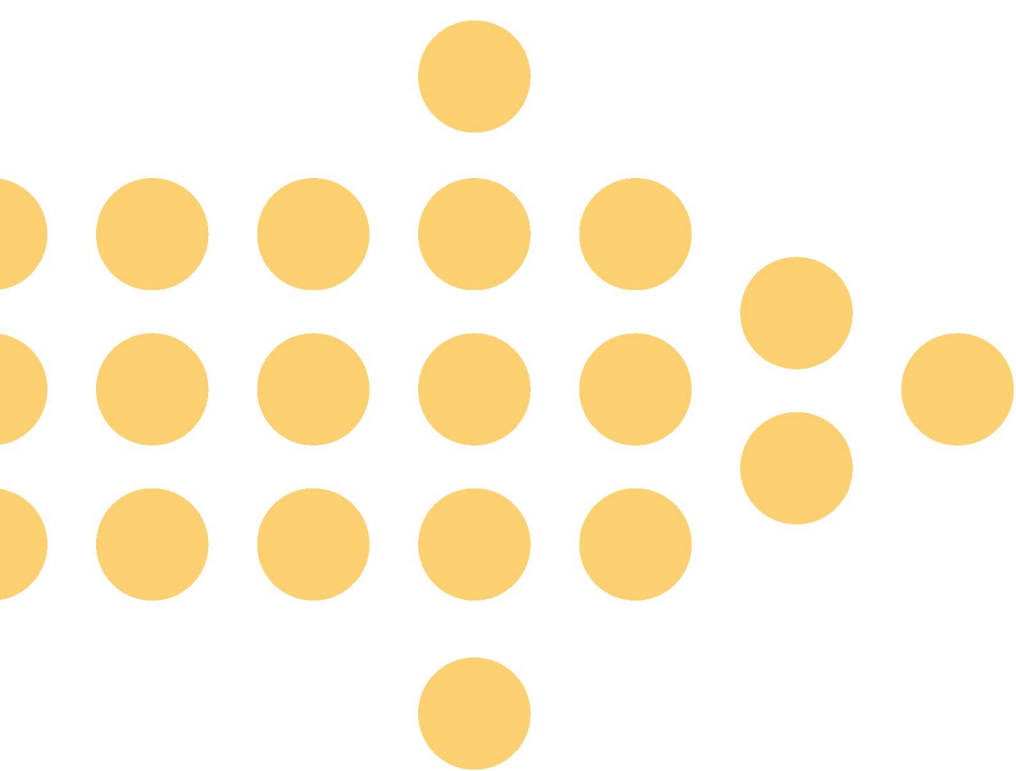
⁴ <http://www.conversion.com>

⁵ Etiquetar "a nivel de ítem" se refiere al artículo más pequeño que se puede etiquetar.

⁶ Food and Drugs Administration (organismo público del gobierno de los EE.UU que vela por la seguridad en la alimentación y las medicinas).

4. Tecnología RFid





4. TECNOLOGÍA RFID

En este apartado se analizarán los aspectos técnicos de la tecnología RFid, explicando su funcionamiento y las distintas modalidades existentes, en función de criterios como la frecuencia a la que se trabaje o el empleo de técnicas de almacenamiento pasivas o activas.

Comenzaremos explicando qué es la identificación por radiofrecuencia y cómo funciona para, posteriormente, analizar cada uno de los componentes de un sistema RFid. A continuación analizaremos los distintos tipos de RFid existentes en función de la frecuencia de trabajo, deteniéndonos con mayor detalle en su modo de funcionamiento. Después veremos los factores que resultan críticos para la funcionalidad de un sistema RFid.

Una vez conozcamos las características técnicas y el funcionamiento de la identificación por radiofrecuencia, nos detendremos en los problemas que encuentra su uso ante determinadas circunstancias, como los entornos metálicos, los ambientes húmedos o las interferencias de otros sistemas de radiofrecuencia.

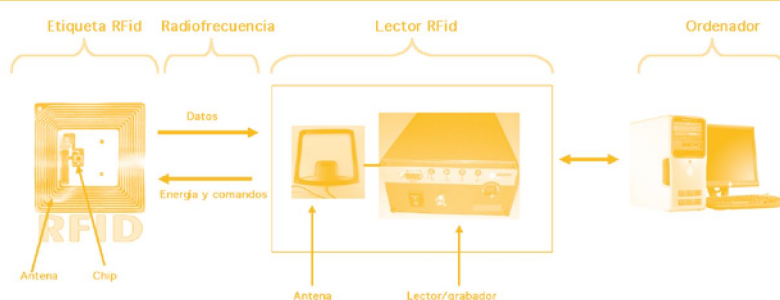
4.1 ¿QUÉ ES RFID?

Como ya avanzamos en el capítulo de introducción, RFid (*Radio Frequency IDentification*) es una técnica de almacenamiento y recuperación de datos basada en la radiofrecuencia que no necesita visión directa.

En otras palabras, se trata de una tecnología de transmisión de datos automática que emplea radiofrecuencia para comunicar información entre un lector y una etiqueta electrónica (e-tag); o lo que es lo mismo, utiliza ondas electromagnéticas para enviar la información desde la etiqueta al lector. Este sistema permite la captura y/o grabación de datos sin contacto entre lector y etiqueta, eliminando así la necesidad de un contacto visual directo.

El funcionamiento de un sistema RFid es, *a priori*, bastante sencillo, tal y como puede verse en la siguiente figura:

Figura 1: Esquema de funcionamiento de un sistema RFid



Fuente:Elaboración propia

Un sistema RFid básicamente se compone de una etiqueta RFid que contiene una información y un lector RFid (también puede ser grabador) comunicado con un sistema informático que procesa la información recibida de la etiqueta o tag.

En el proceso de lectura, el lector realiza una petición a la etiqueta solicitando que ésta le envíe la información que tiene almacenada. La etiqueta responde a esa solicitud enviando por radiofrecuencia dicha información. El lector recoge esa información y la interpreta. Evidentemente, esta información será útil si detrás del sistema RFid existe un ordenador o un dispositivo similar capaz de procesar esta información para realizar una acción concreta.

El proceso de escritura es muy parecido al de lectura, con la particularidad de que es necesario que el tag se pueda reescribir. La estación grabadora enviará al tag por radiofrecuencia los datos a grabar junto con la instrucción u orden de grabación, y el tag los grabará en el chip que tiene incorporado.

4.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA RFID

Un sistema RFid básico consta de dos elementos fundamentales:

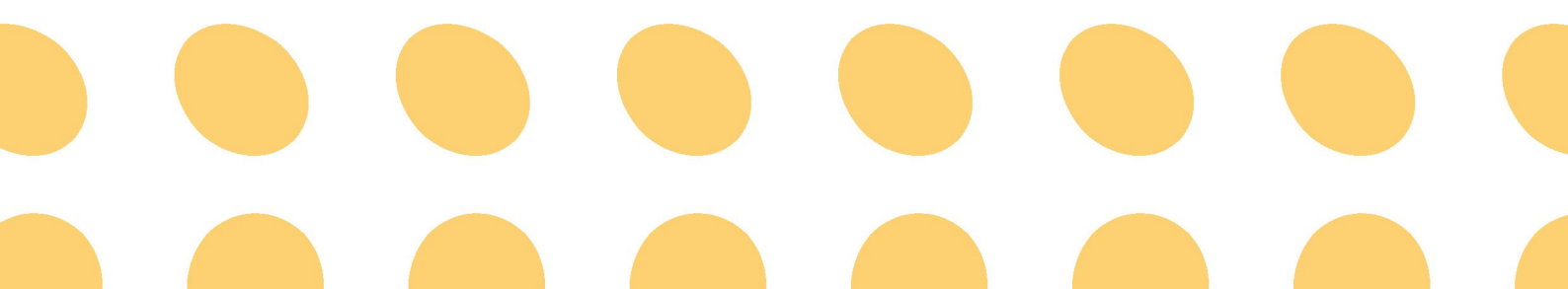
- **Una etiqueta, tag o transpondedor RFid.** Es el elemento en el que se incorpora el chip electrónico que contiene la información necesaria para identificar al producto. Contiene también una microantena que le permite recibir y transmitir la información a través de radiofrecuencia.
- **Un lector RFid.** Se trata de un equipo capaz de recibir y procesar la información procedente de los tags RFid. Este equipo cuenta con una antena que le permite recibir y transmitir peticiones de información a través de radiofrecuencia.

Además de estos dos elementos imprescindibles, un sistema RFid puede estar formado por varios componentes más, como estaciones de programación de etiquetas (que podría ser la misma que la de lectura, ya que es habitual encontrar en el mercado estaciones de lectura/escritura), lectores de circulación, bases de datos, etc.

4.2.1 Etiquetas RFid

Básicamente, una etiqueta RFid está compuesta por un chip unido a una antena. Dependiendo de las necesidades de la aplicación puede presentar diferentes formatos (rígido, flexible, adhesivo, etc.), diferentes tamaños, funcionalidades, estándares y, por lo tanto, diferentes precios.

En cuanto a las dimensiones de las etiquetas, existe una amplia gama de ofertas y posibilidades en el mercado que van desde unos pocos milímetros hasta decenas de centímetros, dependiendo de la aplicación a la que se destinen.



Las etiquetas RFid pueden ser de tres tipos distintos dependiendo del lugar del que provenga la energía que utilizan para tramitar la respuesta. Así, las etiquetas RFid pueden ser pasivas, si no tienen fuente de alimentación propia, semipasivas, si utilizan una pequeña batería asociada, y activas, si tienen su propia fuente de alimentación.

Las etiquetas **RFid pasivas** no tienen fuente de alimentación propia. La corriente eléctrica necesaria para su funcionamiento se obtiene por inducción en su antena de la señal de radiofrecuencia procedente de la petición de lectura de la estación lectora. De esta manera, cuando el lector interroga a la etiqueta, genera un campo magnético que produce en la microantena del tag un campo eléctrico suficiente que permite generar la energía necesaria para que el circuito CMOS⁷, integrado en la etiqueta, pueda transmitir una respuesta. Debido a esto, la señal de respuesta tiene un tiempo de vida bastante corto; además, en la práctica, las distancias de lectura son relativamente reducidas (varían entre unos pocos milímetros hasta distancias cercanas a 1 metro).

Las etiquetas **RFid semipasivas** son muy similares a las pasivas, salvo que incorporan además una pequeña batería. Esta batería permite al circuito integrado en la etiqueta estar constantemente alimentado, y elimina la necesidad de diseñar una antena para recoger potencia de una señal entrante (si bien la antena es necesaria para la transmisión/recepción de las señales). Estas etiquetas responden más rápidamente, por lo que son más fuertes en el ratio de lectura en comparación con las etiquetas pasivas. Asimismo, también disponen de un rango de lectura (distancia) ligeramente superior al de las etiquetas pasivas.

Las etiquetas **RFid activas** poseen una fuente de alimentación propia y alcanzan rangos de lectura mucho mayores que las etiquetas pasivas y semipasivas. Así, este tipo de etiquetas pueden ser leídas a distancias superiores a los 100 metros. Su tamaño es lógicamente mayor que el de los otros dos tipos, aunque puede ser inferior el tamaño de una moneda. Estas etiquetas activas pueden incorporar también una pequeña memoria adicional que les permite almacenar mayor cantidad de información. La gran limitación que presenta este tipo de etiquetas es que su funcionamiento está ligado a su batería, por lo que su tiempo de vida se limita a la vida de la batería.

⁷ CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor). Es una técnica para crear circuitos eléctricos cuya principal característica es su bajo consumo de energía. Es decir, un circuito CMOS necesita muy poca potencia para funcionar.

recoger potencia de una señal entrante (si bien la antena es necesaria para la transmisión/recepción de las señales). Estas etiquetas responden más rápidamente, por lo que son más fuertes en el ratio de lectura en comparación con las etiquetas pasivas. Asimismo, también disponen de un rango de lectura (distancia) ligeramente superior al de las etiquetas pasivas.

Las etiquetas **RFid activas** poseen una fuente de alimentación propia y alcanzan rangos de lectura mucho mayores que las etiquetas pasivas y semipasivas. Así, este tipo de etiquetas pueden ser leídas a distancias superiores a los 100 metros. Su tamaño es lógicamente mayor que el de los otros dos tipos, aunque puede ser inferior el tamaño de una moneda. Estas etiquetas activas pueden incorporar también una pequeña memoria adicional que les permite almacenar mayor cantidad de información. La gran limitación que presenta este tipo de etiquetas es que su funcionamiento está ligado a su batería, por lo que su tiempo de vida se limita a la vida de la batería.

Las etiquetas pasivas son mucho más baratas de fabricar, por lo que la gran mayoría de las etiquetas RFid existentes son de ese tipo. Sin embargo, a pesar de la ventaja del coste, las diferencias funcionales de los distintos tipos de etiquetas (rango de lectura, ratio de lectura y capacidad de almacenamiento), hacen que determinadas aplicaciones necesiten usar etiquetas activas o, al menos, semipasivas.

Además de este criterio del origen de su alimentación, las etiquetas RFid también se pueden clasificar según la configuración de su memoria, y así hay etiquetas que únicamente se pueden leer (no se puede escribir en ellas, vienen escritas “de fábrica”), etiquetas que se pueden leer un número ilimitado de veces pero que admiten un único proceso de grabación o escritura, y etiquetas que se pueden leer y escribir un número ilimitado de veces.

Todas las etiquetas almacenan en el microchip un número de identificación único que permite identificar y diferenciar al producto al que acompañan no sólo de otros productos distintos, sino también de otros ítems iguales.

Hay varios tipos de esquemas propuestos para estos números de identificación, como por ejemplo el Electronic Product Code (EPC), diseñado por Auto-ID Center. La etiqueta que codifica el código electrónico de producto o EPC es actualmente el esquema de codificación más común para las aplicaciones de almacenamiento y distribución. Las etiquetas de código electrónico de producto pueden ser activas o pasivas, de sólo lectura, o registrables y de lectura.

Como se verá más adelante, uno de los factores críticos de la identificación por radiofrecuencia es el tamaño de la etiqueta. Esto es especialmente crítico en etiquetas pasivas, ya que –teóricamente– a mayor tamaño de antena se podrá inducir mayor corriente eléctrica (aunque en este punto también influye la potencia de la estación lectora) y por tanto alcanzar mayores rangos de lectura. El diseño de la antena de la etiqueta (en el caso de las etiquetas pasivas) también influirá en esta distancia.

4.2.2 Lectores RFid

Los lectores de RFid o “interrogadores” utilizan ondas de radio para leer la información almacenada en la etiqueta. El lector puede enviar a la etiqueta la orden de transmitir la información que tiene almacenada, o bien la etiqueta puede transmitir la información que contiene periódicamente, en espera de que algún lector la detecte. En definitiva, el lector es el dispositivo que interactúa con el tag o etiqueta. Los lectores de radiofrecuencia constan de:

- Una antena.
- Un módulo de radiofrecuencia o controlador.
- Una unidad de control.

Las antenas del lector son el componente más sensible de un sistema RFid y pueden variar en función de la aplicación concreta. Así, las antenas pueden ser:

- De sobremesa: se incorporan a los puntos de identificación y control o terminales punto de servicio, para la lectura y escritura de las etiquetas.
- De puerta: se disponen en pedestales en el suelo e incluyen elementos de alarma con fines antirrobo y para control de acceso.
- De diseño a medida (góndolas, expositores...).

Variar la ubicación de la antena del lector es una de las formas más fáciles de ajuste cuando se localizan problemas de un sistema, y al mismo tiempo resulta una de las tareas más difíciles de llevar a cabo de forma correcta.

La antena del lector debe ser colocada en una posición que permita optimizar tanto la transmisión de energía hacia la etiqueta como la recepción de los datos emitidos. Las limitaciones legislativas del nivel de potencia de los lectores hace que la ubicación de las antenas sea fundamental para alcanzar un alto grado de lectura.

El funcionamiento básico del lector suele ser muy sencillo. La antena del lector crea un campo magnético cuyo radio de acción varía dependiendo de la forma de la antena, de la potencia del lector y de la frecuencia en la que emita. En el caso de etiquetas pasivas, el lector genera un campo de radiofrecuencia que activa la etiqueta alimentando el chip para que pueda transmitir los datos almacenados. En el caso de etiquetas activas la propia etiqueta puede iniciar la comunicación, pues no necesita la energía del lector.

Cuando la etiqueta entra en contacto con el campo magnético creado por el lector, reacciona automáticamente y envía la información a éste. El lector la decodifica y la pone en contacto con el sistema de control, a través de una aplicación que se ejecuta en su unidad de control y que se conoce como ONS (*Object Name Service*).

Algunos sistemas utilizan **encriptación** de clave pública para codificar la información que fluye entre la etiqueta y el lector con objeto de conseguir mayor seguridad ante posibles escuchas maliciosas y obtener cierta privacidad.

Un lector puede utilizarse también para reescribir sobre una etiqueta, siempre y cuando el lector esté habilitado para ello y la etiqueta sea “reescrible”. Naturalmente, estos lectores con doble función tienen un precio superior al de aquellos que sólo leen.

Los lectores pueden ser portátiles o fijos, y también pueden estar integrados en otros equipos como terminales *handheld* (PDAs, Lectores de mano, etc.), grúas horquillas, o cualquier equipo que se considere estratégico.

4.3 TIPOS DE SISTEMAS RFID

Según la frecuencia de trabajo que se utilice en un sistema RFid tendremos distintos tipos de sistemas, lo que a su vez dará lugar a significativas diferencias funcionales. La frecuencia de trabajo es, de este modo, un factor crítico que determina en gran medida el comportamiento de un sistema RFid en cuanto a su manera de funcionar, sus capacidades y sus aplicaciones.

Así, tenemos los siguientes tipos de sistemas RFid:

- Sistemas RFid de baja frecuencia, conocidos como sistemas **RFid LF (Low Frequency)**. Su frecuencia de funcionamiento, en Europa⁸, es **125 KHz**.
- Sistemas RFid de alta frecuencia, conocidos como sistemas **RFid HF (High Frequency)**. Su frecuencia de funcionamiento es **13,56 MHz**.
- Sistemas **RFid UHF**, son aquellos sistemas que trabajan en frecuencias de la banda UHF⁹ (Ultra High Frequency). Los sistemas RFid UHF trabajan, en España, en **869 MHz**¹⁰.
- Sistemas **RFid de microondas**, son aquellos sistemas RFid que trabajan a frecuencias mayores de los **2,4 GHz**. Estos sistemas actualmente son muy poco utilizados.

Como hemos mencionado, la frecuencia a la que trabaje el sistema RFid influye directamente en su funcionamiento. Estas diferencias funcionales inciden tanto en las características de rango y ratio de lectura (distancia y velocidad), como en el diseño de las antenas (tanto las de los tags como las de estaciones lectoras/grabadoras), así como en la distinta manera en la que el tag y el lector intercambian los datos. Además, estas diferencias funcionales harán que, dependiendo de la frecuencia de trabajo, el sistema sea o no apropiado para una determinada aplicación.

Así, las frecuencias más bajas disponen de un menor rango y ratio de lectura que las frecuencias más altas; en otras palabras, la identificación entre dispositivos es más lenta y se limita a distancias más cortas. Sin embargo son muy apropiadas para trabajar en entornos húmedos¹¹, por lo que son frecuencias idóneas para aplicaciones en las que el grado de humedad del entorno supone un problema (así, por ejemplo, los sistemas RFid LF son los sistemas habituales para la identificación de animales o envases líquidos).

⁸ En Estados Unidos, un sistema RFid LF trabaja a 134,5 KHz.

⁹ La banda UHF va desde los 300 MHz hasta los 3 GHz.

¹⁰ En Europa suelen trabajar en la banda 860 MHz – 870 MHz, dependiendo de la normativa de cada país. En Estados Unidos trabajan en 915 MHz.

¹¹ Uno de los principales problemas que tienen las ondas electromagnéticas es su interacción con la molécula de agua. El problema es que una de las propiedades físicas de la onda hace que en esta interacción la onda pierda potencia, y esto puede llegar a interrumpir una conexión de radiofrecuencia.

En contrapartida, las frecuencias más altas disponen de una mayor rango y ratio de lectura (leen más rápido y a más distancia), pero al implicar una mayor absorción de agua, su funcionamiento es peor en los entornos húmedos.

Además de estos diferentes comportamientos y características, la frecuencia de trabajo también determina la manera en la que se intercambian los datos entre la etiqueta y el lector: las frecuencias más bajas (típicamente LF y HF) intercambian los datos de una manera distinta que las frecuencias más altas (UHF).

En entornos de bajas frecuencias (LF y HF), la etiqueta recibe del lector la orden de que tiene que generar una onda electromagnética con la información que tienen almacenada. Es lo que se conoce técnicamente como acoplamiento inductivo.

En cambio, las frecuencias más altas (UHF) permiten intercambiar los datos mediante una técnica conocida como *backscattering*, que consiste en que la etiqueta refleja la onda que recibe del lector añadiendo en ella (en la onda) la información que tiene almacenada.

Ambas técnicas serán explicadas en el siguiente apartado (4.4 Funcionamiento de un sistema RFid) de este estudio, pero lo expuesto hasta ahora permite intuir el diferente comportamiento que van a tener una y otra, ya que como parece lógico, si en las frecuencias más bajas la etiqueta tiene que generar ella misma su propia onda electromagnética, necesitará más energía que en las frecuencias altas, donde lo que hace es “aprovecharse” de la onda electromagnética que recibe del lector para mandar su información. Por lo tanto, es evidente que al necesitar menos esfuerzo, para el mismo gasto de energía, las etiquetas UHF (frecuencias altas) tendrán mayor alcance que las etiquetas HF o LF (frecuencias bajas).

La frecuencia de funcionamiento también define el tipo de antenas utilizadas para la comunicación, tanto las usadas en la etiqueta como las de los lectores, ya que al funcionar de una manera completamente distinta, utilizarán distintos tipos de antenas. Existen, pues, dos tipos de antenas RFid:

- El **cable de inductancia**, que se utiliza para las frecuencias RFid más bajas (HF y LF). Estas antenas son básicamente bobinas cuya misión, aparte de captar la señal del lector, es inducir la energía suficiente para poder enviar al lector la información que tienen almacenada.
- Las antenas de **dipolo**, que se utilizan para las frecuencias RFid más altas, es decir UHF. Son las antenas más sencillas que existen. Un dipolo simple está compuesto de un par de elementos conductores (un par de cables, un par de hierros, un par de alambres) alimentados desde el centro. Evidentemente, las antenas dipolo usadas para RFid tienen un diseño especial que facilita la comunicación.

En la siguiente figura podemos ver el diseño de la antena de una etiqueta RFid que utiliza cable de inductancia y el de otra que utiliza antena de tipo dipolo.

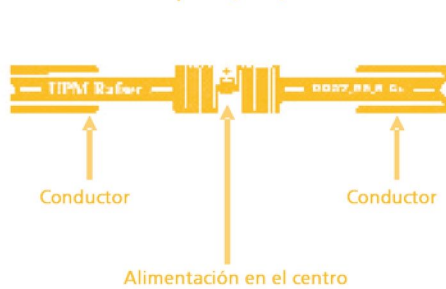


Figura 2: Etiqueta con antena de cable de inductancia y con antena de tipo dipolo.

Etiqueta RFid con antena de cable de inductancia (HF)



Etiqueta RFid con antena de tipo dipolo (UHF)



En la siguiente tabla se resumen las características principales de los tres tipos de sistemas RFid más utilizados (LF, HF y UHF):

Tabla 2: Principales características en función de la frecuencia de trabajo.

FRECUENCIA		
LF	HF	UHF
• Rango de lectura bajo (centímetros) • Baja tasa de transferencia de datos • Se comporta bien en entornos húmedos • Se comunica mediante acoplamiento inductivo • Utiliza antenas de cable de inductancia	• Rango de lectura en torno a 1 metro • Baja tasa de transferencia de datos • Se comporta de manera irregular en entornos húmedos • Se comunica mediante acoplamiento inductivo • Utiliza antenas de cable de inductancia	• Alto rango de lectura (metros) • Alta tasa de transferencia de datos • Se comporta mal en entornos húmedos • Se comunica mediante backscattering • Utiliza antenas de tipo dipolo

4.4 FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA RFID

Como vimos en el apartado anterior, la tecnología RFid se basa en dos principios fundamentales distintos según sea la banda de frecuencia utilizada en la transmisión para la comunicación entre lector y antena:

- El **acoplamiento de inducción** se usa tanto para comunicaciones a baja frecuencia (LF) como a alta (HF). La corriente eléctrica que circula por la antena del lector genera un campo magnético que, cuando llega a la antena de la etiqueta, induce en ésta una corriente que la alimenta. El tag conmuta entonces la impedancia de carga de su antena para crear una modulación que le permita la transmisión de datos. Es decir, el tag es capaz, con la energía inducida por el campo magnético generado por el lector, de modular una onda electromagnética con la señal que tiene almacenada y transmitirla.
- El **acoplamiento capacitivo** o **backscattering** se usa para la comunicación en frecuencias UHF y microondas. En este caso, el lector transmite una señal de radiofrecuencia que la etiqueta recibe, modula y refleja de nuevo hacia el lector. Dependiendo del tipo de alimentación de las etiquetas (pasivas o activas), éstas tomarán de la señal que les llega del lector su alimentación o no, antes de retransmitirla en respuesta. Es decir, a diferencia del acoplamiento inductivo, aquí no se genera una nueva onda electromagnética sino que se refleja la señal recibida por el lector.

4.5 FACTORES CRÍTICOS

A pesar de la fiabilidad de la tecnología RFid, existen diversos factores que influyen de manera negativa en su funcionamiento. Esta influencia puede ir desde una disminución de las prestaciones óptimas de un sistema RFid hasta incluso su completa inutilización.

La gran mayoría de estos factores están identificados, y sus consecuencias son previsibles de una manera teórica. Sin embargo, no existen fórmulas que permitan cuantificar los valores exactos de variación de funcionamiento que se producirían ante esos factores. Por ello es necesario afrontar una fase inicial de pruebas a la hora de implantar cualquier sistema de RFid para cada aplicación concreta.

Los principales factores que influyen en el funcionamiento de un sistema RFid son los siguientes:

- Potencia de transmisión.
- Tamaño de los elementos radiantes (antenas).
- Patrones de radiación de las antenas.
- Tamaño, tipo y estado de los tags.

- Frecuencia de trabajo.
- Entorno de trabajo.
- Materiales sobre los que se trabaja (Posibles jaulas de Faraday).
- Posición del tag en el momento de la lectura/escritura.
- Proximidad entre distintos campos de acción de distintos lectores/escritores.

Todos estos factores influyen de manera crítica en aspectos como la distancia de lectura, el ángulo de lectura y el número de tags que puede leer simultáneamente (velocidad de lectura).

Así, cuanto mayor sea la **potencia de transmisión**, normalmente conseguiremos mayor distancia y ángulo de lectura.

El **tamaño de las antenas** es un factor decisivo en la distancia de lectura. Cuanto mayor sea el elemento radiante (antena), generalmente mayor será la distancia que podremos alcanzar, y, en el caso de la antena del lector, mayor será el campo magnético que se genere. El tamaño de las antenas en los tags también será determinante en la distancia. Tratándose de tags pasivos, la antena podrá inducir una mayor corriente eléctrica cuanto mayor sea su tamaño, por lo que tendrá mayor potencia y podrá contestar a mayor distancia.

El **tamaño y tipo de los tags** también influyen de una manera crítica en el funcionamiento óptimo de un sistema RFid. Así, normalmente, un tag grande tendrá una antena grande, y por lo tanto alcanzará mayor distancia de lectura. En cuanto al tipo de tag, aparte del tamaño, los tags difieren unos de otros por el diseño de su antena. Existen muchos diseños de antena, especialmente en los tags de UHF que utilizan una antena de tipo dipolo, con comportamientos distintos.

La **frecuencia de trabajo** es quizá el factor más determinante en un sistema RFid. De hecho, la elección de la frecuencia de trabajo a utilizar definirá las características del sistema. Así, el uso frecuencias bajas limita la distancia y la simultaneidad de lectura, pero aumenta las prestaciones en entornos húmedos. Por el contrario, el empleo de frecuencias altas mejora la distancia de lectura y la velocidad, aunque el sistema resulta más afectado por los entornos húmedos. El ángulo de lectura también se ve afectado por la frecuencia, pues dependiendo de la frecuencia de trabajo se utilizará un tipo de antena concreto, con un determinado patrón de radiación.

El **entorno de trabajo** también influye en el comportamiento del sistema: entornos húmedos, metálicos o con interferencias electromagnéticas influyen de manera negativa en el comportamiento de un sistema RFid.

Los **materiales sobre los que se trabaja** son igualmente determinantes del tipo de sistema RFid a utilizar (frecuencia, tipo de tag, etc.). Así, los materiales líquidos y los metálicos influyen de manera negativa en el funcionamiento del sistema, llegando incluso a hacer inviable la implantación del sistema de identificación por radiofrecuencia.

La **posición del tag** influye tanto en la distancia como en la simultaneidad de lectura, debido a las propiedades físicas de las ondas. Por ejemplo, dependiendo de la posición del tag, el campo magnético podrá inducir mayor o menor cantidad de corriente eléctrica en el tag.

La **proximidad entre dos o más lectores** tendrá también una clara influencia en el comportamiento de los sistemas RFid, ya que varios lectores podrían interrogar a un mismo tag. En esas circunstancias entrarían en funcionamiento protocolos anticolidión que influirían en la velocidad de lectura. Además, la perturbación electromagnética que podría generar un lector en el entorno de otro influiría negativamente en la distancia de lectura.

En la siguiente tabla se relacionan los factores críticos con las propiedades del sistema RFid sobre las que influyen:

Tabla 3: Factores que influyen en el comportamiento de un sistema RFid

FACTOR	DISTANCIA DE LECTURA	ANGULO DE LECTURA	SIMULTANEIDAD DE LECTURA DE TAG
Potencia de transmisión	SI	SI	NO
Tamaño de los elementos radiantes (antenas)	SI	NO	NO
Patrones de radiación de las antenas	SI	SI	NO
Tamaño, tipo y estado de los tags	SI	SI	SI
Frecuencia de trabajo	SI	SI	SI
Entorno de trabajo	SI	NO	SI
Materiales sobre los que se trabaja (Posibles jaulas Faraday)	SI	NO	SI
Posición del tag en el momento de la lectura/escritura	SI	SI	NO
Proximidad entre distintos campos de acción de distintos lectores/ escritores	SI	NO	SI

Fuente:Elaboración propia

4.6 PROBLEMÁTICA

Además de aquellos factores puramente materiales que resultan críticos en el comportamiento de un sistema RFid, existen otros que influyen de manera negativa en el funcionamiento de un sistema RFid y que no dependen de los componentes del propio sistema (lectores, antenas y tag), sino que guardan relación con el entorno de trabajo.

Así, entornos húmedos, entornos metálicos o entornos con interferencias electromagnéticas de frecuencias próximas a la frecuencia de trabajo del sistema RFid, influyen de una manera muy negativa en la identificación por radiofrecuencia.

Esta influencia negativa encuentra su explicación en las propiedades físicas del electromagnetismo. Los entornos húmedos pueden provocar un efecto “rain-fall”¹² en la onda llegando a imposibilitar la comunicación.

Los entornos metálicos son mucho más críticos que los húmedos, ya que se pueden generar jaulas de Faraday¹³ que aíslen completamente el tag del campo generado por el lector. Además, cualquier elemento metálico tiene una polaridad que perturbará el campo electromagnético o podrá producir un apantallamiento del campo hasta el punto de anular la comunicación entre el tag y el lector de un sistema RFid.

La velocidad a la que pasa el tag por el campo de acción del lector es otro de los factores que pueden resultar decisivos a la hora de que un sistema funcione óptimamente o no. Así, como norma general, cuanto mayor sea esa velocidad, menor será la eficiencia del sistema. Por ello, los tag RFid activos tendrán mayor velocidad de respuesta, ya que no tienen que “perder tiempo” en generar la energía necesaria para enviar la respuesta.

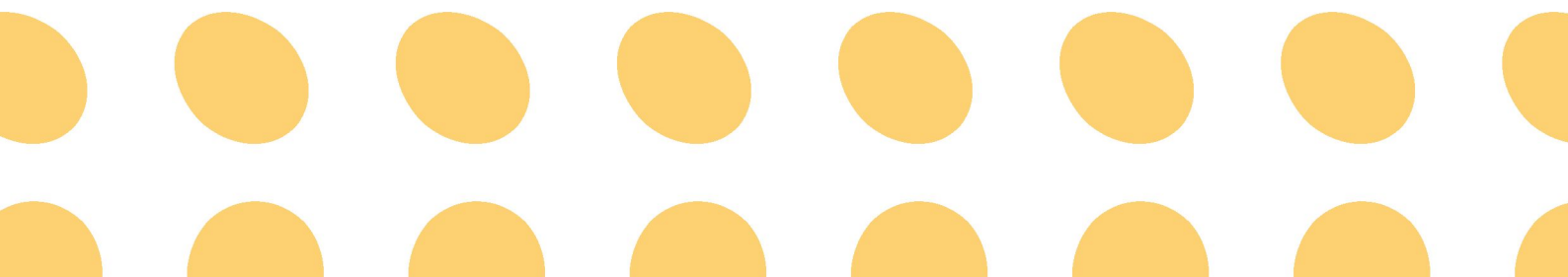
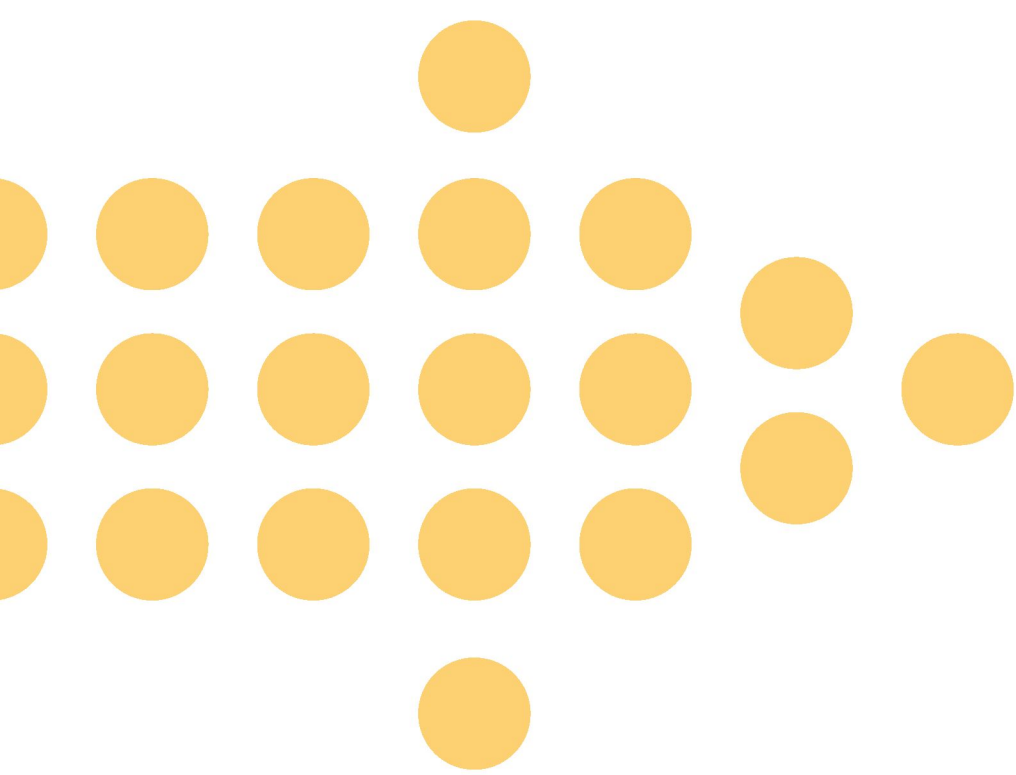
A pesar de que estas contingencias estarán siempre presentes en cualquier tecnología basada en radiofrecuencia y en electromagnetismo, existen algunas soluciones que permiten atenuar sus efectos negativos. Por ejemplo, ya hemos comentado que las frecuencias más bajas se ven menos perjudicadas por la humedad. En el caso de la velocidad, el uso de tags activos elimina el problema. Y el efecto de los entornos metálicos se minimiza encapsulando los tags con elementos aislantes y situando las antenas de los lectores en lugares donde se eviten los posibles apantallamientos.

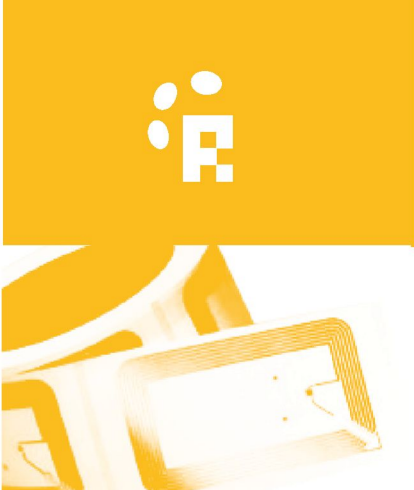
12 Se denomina “rain-fall” al efecto que produce una pérdida de energía de la onda electromagnética cuando interactúa con la molécula de agua. Cuando se produce esta interacción, la molécula de agua absorberá energía de la onda electromagnética. Este efecto es mucho más perjudicial en las frecuencias altas que en las bajas. Es el mismo efecto que se produce en el microondas que utilizamos normalmente para calentar comida.

13 Es un efecto que hace que el campo electromagnético en el interior de un conductor en equilibrio sea nulo; en el interior de una jaula de Faraday el campo electromagnético es nulo.

5. RFid vs Code-bars







5. RFID VS CODE-BARS

La aparición de las omnipresentes etiquetas de códigos de barras causó una revolución en los sistemas de identificación. Hoy en día, el código de barras sigue siendo el sistema de identificación más utilizado, aunque en muchos casos ya no resulta el más adecuado. Los códigos de barras pueden ser extremadamente baratos, pero encierran desventajas como su baja capacidad de almacenamiento o la imposibilidad de reprogramación, ya que se limitan a almacenar de forma fija un código secuencial numérico que identifica de forma genérica el producto con información estática muy reducida.

A diferencia de los clásicos códigos de barras, los sistemas de identificación por radiofrecuencia proporcionan información individualizada de cada objeto. Además, las posibilidades de reescritura que ofrecen algunas etiquetas permiten almacenar también cualquier otra información sobre el objeto que podrá actualizarse cuantas veces sea necesario.

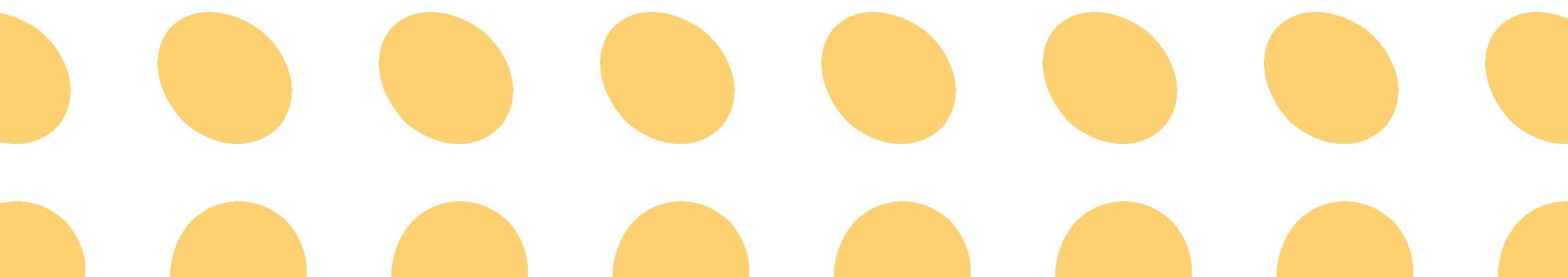
Pero éstas no son las únicas ventajas de los sistemas RFid sobre los códigos de barras: la identificación por radiofrecuencia proporciona una cualidad adicional, y es que no necesita visión directa para realizar la lectura. Es decir, no es necesario que el tag y el lector se “vean”, con lo cual se dinamizan enormemente los procesos de lectura y se facilita la automatización del sistema.

Estas diferencias no implican que la tecnología RFid y las etiquetas de códigos de barras sean incompatibles. Cada forma de identificación tiene una serie de ventajas frente a la otra que, dependiendo del tipo de aplicación para la que se use, hará que una de ellas sea más apropiada para esa determinada aplicación y uso que la otra.

5.1 CONVIVENCIA DE AMBOS SISTEMAS

Como hemos mencionado anteriormente, la tecnología RFid supera muchas de las limitaciones del código de barras, pero a pesar de que la implementación de RFid es vista por algunos como una virtual muerte del sistema de código de barras, lo que se avecina en los próximos años es una convivencia de ambos sistemas.

En primer lugar, para que se instaure la identificación por radiofrecuencia, será necesario superar una serie de obstáculos, como alcanzar una estandarización mundial que habilite su globalización, su generalización y su masificación. Por ahora no existe homogeneidad en la fabricación de máquinas, etiquetas o en aplicaciones puntuales. Cuando esto se consiga, será posible avanzar en otro de los aspectos débiles del sistema: el alto coste del tag, que actualmente es demasiado caro para aplicarlo en productos baratos como los de consumo alimenticio. Está prevista una gran disminución de su precio en los próximos años, con lo que ya comenzaría a ser una alternativa razonable.



Mientras esto ocurre, y a pesar de las diferencias existentes entre ambas tecnologías, éstas conviven perfectamente ya que una misma etiqueta puede contener al mismo tiempo un chip RFid y un código de barras, permitiendo así que las migraciones de tecnología no resulten traumáticas en los procesos de las empresas ni en el coste de producción correspondiente.

5.2 DIFERENCIAS ENTRE AMBAS TECNOLOGÍAS

En la siguiente tabla se comparan diversos aspectos de la tecnología de códigos de barras y la tecnología RFid, permitiendo observar en qué aplicaciones es más adecuado el uso de uno u otro sistema:

Tabla 4: Principales diferencias entre RFid y Code-Bars

		
Lectura	Requiere línea de visión directa para ser leído.	Legible sin visibilidad directa.
Capacidad	Máximo 100 bytes.	De 128 bytes a 32 Kbytes.
Eficacia	Lectura secuencial, casi siempre con intervención humana.	Lectura simultánea de forma automática.
Flexibilidad	Identificación genérica del producto o con información estática y muy limitada. Códigos secuenciales numéricos.	Identificación individual de cada ítem. Puede contener información sobre el producto.
Dependencia	Las etiquetas se estropean con más facilidad: se degradan en ambientes húmedos o a altas temperaturas.	Menos susceptible de romperse: resistentes a la humedad y a la temperatura.

La diferencia más importante consiste en que el código de barras es una tecnología óptica y la identificación RFid es una tecnología de radio, por lo que ésta última no requiere una línea de visión directa entre el lector y la etiqueta para intercambiar datos, dado que la identificación por radiofrecuencia puede atravesar los embalajes (aunque existen algunas restricciones). Los lectores de RFid pueden leer etiquetas a través de cajas de cartón o incluso a través de paredes.

El sistema RFid es mucho más versátil y permite implementar nuevas aplicaciones que anteriormente no eran posibles con la tecnología de código de barras.

Los códigos de barras requieren el escaneo individualizado de cada artículo y además la etiqueta debe ser visible, mientras que los lectores de RFid pueden escanear simultáneamente cientos de artículos que tengan el tag, sea este visible o no. Al soportar múltiples lecturas simultáneas, las etiquetas RFid facilitan la instalación de sistemas de lectura automática que no dependan del factor humano, y que con el código de barras no pueden realizarse debidamente. Esta característica del sistema de identificación por radiofrecuencia ofrece diversas ventajas prácticas como, por ejemplo, la reducción del tiempo de espera en las colas de los supermercados.

Asimismo, mientras el código de barras puede informar solamente de qué artículo se trata, RFid permite identificar cada artículo individualmente, informando, por ejemplo, sobre cuál es su número de serie, lote, etc. Es decir, dos yogures iguales llevan ahora el mismo código de barras y, por lo tanto, la misma identificación, pero si estuvieran etiquetados con tags RFid se podrían identificar y gestionar de forma individual. Esta característica permitirá resolver con más agilidad problemas como la pérdida de maletas en los aeropuertos, el fraude en la industria farmacéutica o la trazabilidad alimentaria.

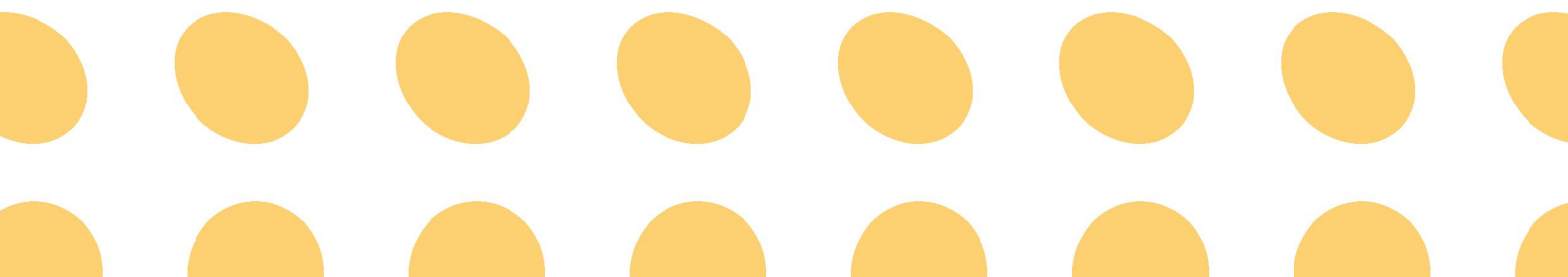
Otra diferencia es que mientras que sobre el código de barras se puede escribir sólo una vez, las etiquetas electrónicas admiten cuantas escrituras sean necesarias (en aquellas que sean reescribibles).

Las etiquetas RFid, al tener microchips serializados, son casi imposibles de duplicar por lo que las convierte en un sistema mucho más seguro.

Además, las etiquetas RFid tienen menor necesidad de mantenimiento, pues son más resistentes al frío, al calor y a la humedad.

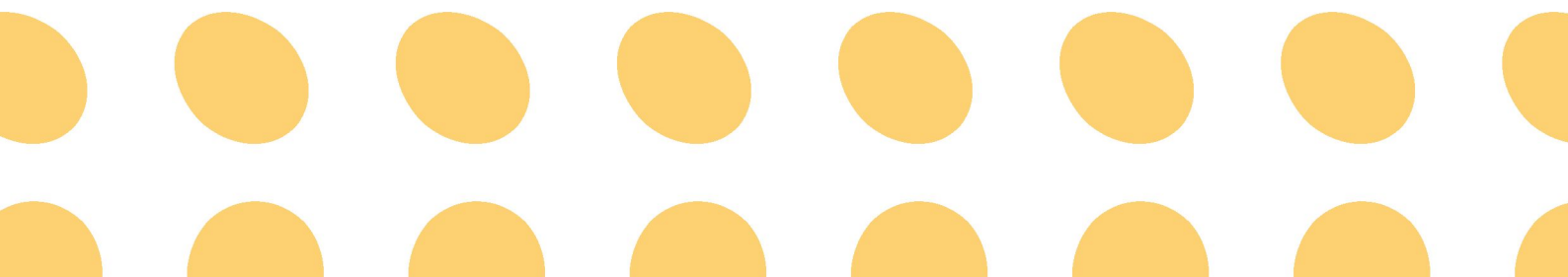
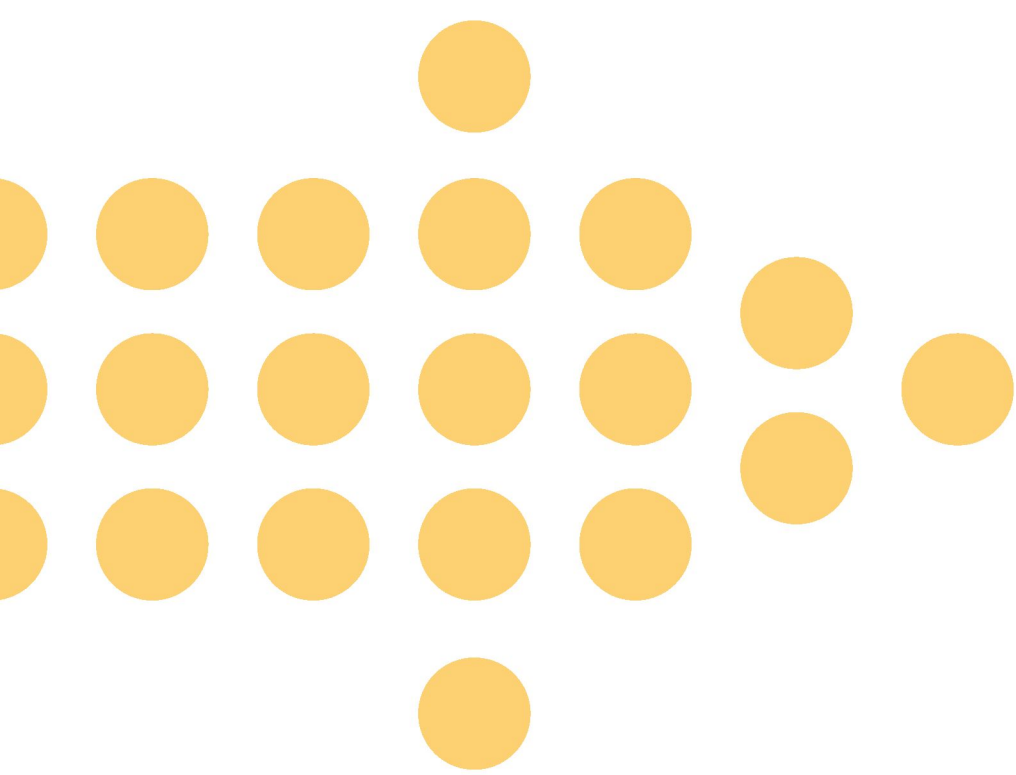
La combinación de un código de barras y de una etiqueta de identificación por frecuencia de radio parece la solución perfecta disponible actualmente ya que es un sistema de apoyo con costo progresivamente nulo y que proporciona un importante nivel de garantía de identificación. Esto significa que hasta la implantación generalizada de la identificación por frecuencia de radio, y lo que es aún más probable, después de conseguida esa implantación, muchos medios necesitarán mantener la identificación doble mediante las tecnologías de códigos de barras y de RFid.

Los sistemas híbridos de código de barras y RFid serán los sistemas dominantes en los próximos años. Al igual que sucede con cualquier tecnología en evolución, generalmente no es prudente pasar de forma abrupta a la tecnología de vanguardia.



6. Regulación y normativa







6. REGULACIÓN Y NORMATIVA

6.1 ORGANISMOS REGULADORES

Existen numerosos organismos reguladores que influyen en mayor o menor medida en la estandarización de la tecnología RFid. Así, la ISO (*International Standard Organization*) define estándares comerciales e industriales a nivel mundial, y la IEC (*Internacional Electrotechnical Comision*) promueve la cooperación internacional para la estandarización en los campos de la electrónica y las tecnologías. Ambos organismos definen los estándares ISO/IEC.

Sin embargo, no hay ninguna corporación pública global que gobierne las frecuencias usadas para RFid con vocación mundial. En principio, cada país puede fijar sus propias reglas. Las principales instituciones que regulan la asignación de las frecuencias para RFid son:

- EE.UU: FCC (*Federal Communications Commission*).
- Canadá: DOC (Departamento de la Comunicación).
- Europa: ERO, CEPT, ETSI y administraciones nacionales. Las administraciones nacionales tienen que ratificar el uso de una frecuencia específica antes de que pueda ser utilizada en ese país.
- Japón: MPHPT (*Ministry of Public Management, Home Affairs, Post and Telecommunication*).
- China: Ministerio de la Industria de Información.
- Australia: Autoridad Australiana de la Comunicación (*Australian Communication Authority*).
- Nueva Zelanda: Ministerio de desarrollo económico de Nueva Zelanda (*New Zealand Ministry of Economic Development*).

Actualmente no existe un estándar claro que normalice todos los aspectos que intervienen en una comunicación RFid. Así, a pesar de que en HF existen los estándares ISO14443 e ISO15693, estos dos patrones sólo definen el interfaz aire, pero no la forma en la que los datos se graban en los tag.

Por esta razón existen numerosos tipos de etiquetas para uso en HF RFid: casi todos se ajustan a uno de estos estándares, pero cada uno tiene una forma distinta de distribuir los datos en el tag. Por ejemplo, un tag I-Code®¹⁴ tiene una forma distinta de distribuir los datos que un tag-it®¹⁵, a pesar de que ambos, cumplen el estándar ISO15693.

Sin embargo, esto parece no estar ocurriendo en el caso de UHF, donde el estándar ISO18000 define el interfaz aire, mientras que prácticamente todos los fabricantes de tags UHF adoptan el EPC (*Electronic Product Code*) en la forma de grabar los datos dentro del tag.

¹⁴ Propiedad de Philips.

¹⁵ Propiedad de Texas Instruments.



El EPC fue desarrollado por el Centro Auto-ID del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) bajo el patrocinio de un consorcio de fabricantes de artículos para el consumidor, minoristas, proveedores de servicios logísticos, otros usuarios potenciales de RFid, e investigadores de tecnologías de vanguardia. La responsabilidad por la comercialización y la gestión de este sistema fue asumida el 1 de noviembre de 2003 por EPCglobal Inc., que es una afiliada del Consejo de Códigos Uniformes (UCC, por sus siglas en inglés) y EAN Internacional.

En España, la AECOC, asociación en la que se integran más de 20.500 empresas, es la asociación encargada de llevar a cabo la implantación del estándar mundial de codificación EPC (tratado en los siguientes apartados).

6.2 NORMALIZACIÓN

Existen dos organizaciones, ISO y EPCglobal, encargadas de normalizar las especificaciones de las etiquetas, contenido, forma de intercambio y demás elementos de la tecnología RFid.

Cuando comenzó el trabajo en ISO con UHF no existía aún EPCglobal, y había consenso en cuanto a la necesidad de establecer un estándar. Esto permitió definir un estándar ISO para un tag de lectura/escritura sin referencias a un número o código del sistema. El tag puede ser usado para cualquier aplicación UHF.

El objetivo de EPCglobal es lograr una etiqueta básica de bajo coste. De esta forma tiene una funcionalidad limitada (dependiendo de la clase, de sólo lectura, memoria limitada, etc.) y hace referencia a un número de sistema. La ISO está preparada para adoptar lo que proponga EPCglobal como la Generación 2 de interfaz aire y avanzarlo como versión C del estándar ISO 18000. En el Anexo 1 pueden consultarse los estándares definidos para RFid por ISO/EAC.

Sin embargo, este trabajo de normalización no está completo puesto que también es necesario armonizar el contenido de la etiqueta y la forma de intercambio de información entre los diferentes actores de la cadena global de suministro. Esta labor de normalización es la que ha llevado a cabo EPCglobal, que ha desarrollado el concepto de red EPC que combina la tecnología RFid e Internet para facilitar la identificación y el intercambio de información sobre los productos de una manera global.

Según este código EPC, el chip de cada etiqueta de RFid admite el registro de un código alfanumérico de 96 bits que permite el *tracking* o trazabilidad del producto desde el momento de su fabricación y durante todo su ciclo de vida. En la etiqueta, mediante el código interno de registro en el chip, se puede incluir información relativa al fabricante, al canal de distribución, al vendedor (*retail*), a la fecha de elaboración y al vencimiento o caducidad del producto, entre otras cuestiones. El modelo del EPC Type1 creado por Auto-ID Center es el siguiente:

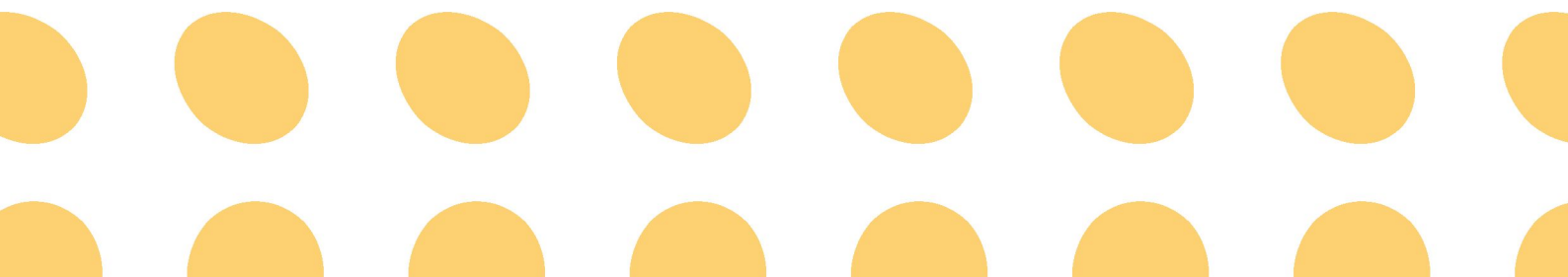
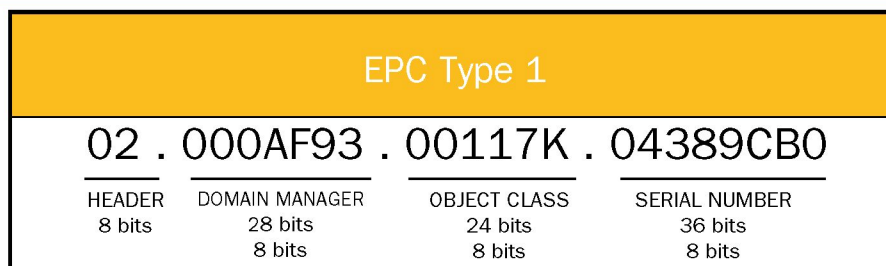


Figura 3: Esquema del EPC Type 1



Fuente:Elaboración propia

Este modelo está formado por una serie de números dividida en cuatro partes:

- La primera parte, **Header**, es la cabecera que hace referencia al tipo de EPC que se está utilizando; de esta manera se contempla la posibilidad de que en un futuro haya diferentes tipos de EPC.
- La segunda parte, **EPC Manager**, identifica la compañía que ha fabricado el producto.
- La tercera parte, **Object Class**, hace referencia al tipo de producto identificado.
- Finalmente, la última parte, **Serial Number**, es el número de identificación propiamente dicho, único.

Este modelo (EPC Type 1), tiene una capacidad de 96 bits, lo que permitiría a 268 millones de compañías (*EPC Manager*) identificar 16 millones de objetos diferentes (*Object Class*), usando 68 mil millones de números de identificación (*Serial Numbers*). Auto-ID Center acepta también un modelo alternativo de 64 bits, pero los fabricantes de tags ya han superado este nivel de implementación.

EPCglobal es la organización encargada de impulsar la adopción e implementación mundial de la Red EPCglobal a lo largo de todos los sectores. Su misión consiste en hacer que las organizaciones sean más eficientes al permitir una verdadera visibilidad de la información sobre los artículos en la cadena de abastecimiento. Para ello, desarrolla y supervisa la Red de Código Electrónico de Producto (EPC). Asimismo, EPCglobal proporciona la asignación del EPC, que es un registro mundial de números para los códigos electrónicos de producto en la cadena de suministro. Por tanto EPCglobal define estándares a todos los niveles:

- **Formato lógico de los datos** contenidos en la etiqueta EPC.
- **Protocolo de comunicación** de los distintos tipos de etiquetas.
- **Middleware** de recogida y tratamiento de datos ("Savant"), incluyendo la comunicación con los equipos lectores/escritores. Savant es una tecnología de software diseñada para gestionar y mover la información de una forma que no sobrecargue las redes corporativas y públicas existentes. Se trata de una



arquitectura distribuida, lo que significa que se ejecuta en diferentes computadoras distribuidas a lo largo de una organización, en lugar de ejecutarse sólo en una computadora central. Los Savants se organizan jerárquicamente y actúan como el sistema nervioso de la nueva Red EPCglobal, administrando el flujo de información.

- **Especificación PML** (*Physical Markup Language*), lenguaje basado en XML que define el formato de la información de intercambio entre componentes dentro de la red EPC. Junto con el EPC y el ONS, el PML completa los componentes fundamentales necesarios para asociar la información automáticamente con los productos físicos.
- **Especificación ONS** (*Object Name Service*), para la red global, que retiene la información sobre cualquier objeto etiquetado con un tag EPC en el mundo.

En definitiva, se puede concluir que el EPC identifica el producto; el PML describe el producto; y el ONS los asocia. La estandarización de estos componentes proporcionará “conectividad universal” entre los objetos en el mundo.

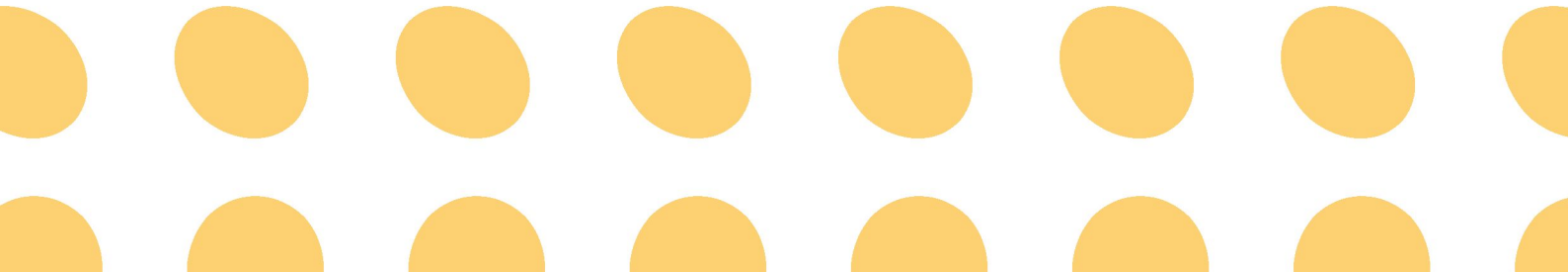
El concepto de sistema EPCglobal es tener varias clases de etiquetas que definan la funcionalidad de las mismas. Inicialmente se aprobaron las etiquetas *Class 0* y *Class 1*, pero al no ser compatibles entre sí no era posible crear clases superiores con compatibilidad retroactiva para clases anteriores. Por este motivo EPCglobal decidió pasar a una Generación 2 de etiquetas RFid, creando nuevas clases (*Class 2*, *Class 3*, *Class 4*). El objetivo es conseguir un protocolo que englobe todas las formas de etiquetas UHF. Se pueden ver las distintas clases de etiquetas en el anexo 3.

El estándar EPC Clase 1 Generación 2 (**C1G2**) se ha publicado como estándar ISO 18000-6C reconocido internacionalmente para gestión y control de cadenas de suministros. Es, por tanto, el punto de unión entre los estándares ISO y EPC.

Con las etiquetas de Clase 0 y de Clase 1, muchas empresas pusieron en marcha experiencias piloto de uso de EPC/RFid con el objetivo de evaluar el impacto en sus procesos. En el desarrollo de estas primeras experiencias se detectó una serie de dificultades de tipo técnico derivadas del empleo de la radiofrecuencia, y que pueden ocasionar un índice de lecturas inferior al requerido, por ejemplo:

- **El comportamiento diferente de los distintos materiales y productos** frente a la radiofrecuencia, que hace que el etiquetado de ciertos productos (líquidos, metales, etc.) no sea una tarea sencilla y requiera un estudio previo de caracterización para determinar la ubicación más adecuada de las etiquetas.
- **Las interferencias entre equipos** lectores cercanos, que ocasionan lecturas “cruzadas” y enmascaramiento de las señales que impiden la lectura de las etiquetas. Es especialmente problemático en el caso de un ambiente con un gran número de lectores instalados funcionando de forma simultánea.
- **Las interferencias generadas por otras fuentes** de radiofrecuencia que están en el ambiente y que pueden llegar a impedir totalmente el funcionamiento del sistema. Es necesario investigar la posible existencia de estas señales mediante mediciones.

Para afrontar estas dificultades y buscar una **interoperatividad global**, EPCglobal aprobó la especificación **EPC UHF Gen2** como estándar RFid.



6.3 EPC GEN2

EPC Gen2 es la abreviatura de “**EPCglobal UHF Generation 2**”, un estándar definido por más de 60 de las principales compañías de tecnología mundiales. La Generación 2 es un intento por reconciliar los diversos estándares del mercado y crear un estándar común que simplifique las decisiones de compra para los implementadores de la tecnología e incremente la velocidad y facilidad de su adopción a nivel global.

Las normas que incluye son “*Class-1 Generation-2 UHF RFid Protocol for Communications at 860 MHz – 960 MHz Version 1.0.9*”, que define los requisitos físicos y lógicos para la comunicación entre las etiquetas y los equipos lectores, y “*EPC Tag Data Standard Version 1.1 rev 1.27*” que identifica los esquemas de codificación específicos de EAN.UCC.

El estándar UHF Gen 2 fue aprobado en diciembre de 2004 y se utiliza como la plataforma base sobre la cual se construyen hoy en día muchos productos basados en estándares, demostrando ser el principio básico del desarrollo de la tecnología. Estas normas corrigen muchas de las dificultades y limitaciones detectadas en las normas anteriores. Entre las **nuevas características** de la Generación 2 destacan:

- Se trata de un protocolo **global** diseñado para funcionar de forma óptima en zonas con diferentes regulaciones radio.
- **Uso del espectro** de frecuencia de forma más **eficiente**.
- Capacidad para funcionar en ambientes con una alta densidad de lectores operativos.
- **Mayor inmunidad al ruido** radioeléctrico.
- Posibilidad de habilitar una zona de memoria adicional en las etiquetas para escritura y borrado de datos de forma que la **programación** pueda realizarse **en campo**.
- **Mejora** de forma significativa las **posibilidades de manejo de los datos** de las etiquetas, permitiendo por ejemplo distinguir entre dos etiquetas con el mismo EPC grabado.
- Posibilidad de **lectura** de una etiqueta de forma **simultánea por varios lectores**.
- Mejora de las medidas de **seguridad** para evitar la modificación no autorizada de los datos contenidos en las etiquetas.

En Mayo de 2006 EPCglobal anunció la formación de dos nuevos grupos de desarrollo de estándares, que son el HF *Air Interface* y el UHF *Air Interface*. El grupo de trabajo HF se encargará de extender la lógica y la tecnología que hoy es parte del estándar UHF Gen 2 hasta la banda de alta frecuencia. El grupo de trabajo UHF se dedicará a ampliar el desarrollo al actual protocolo Gen 2 UHF para añadir características seguras necesarias para etiquetar artículos por categorías.

El estándar EPCglobal UHF Gen 2 es la opción más clara para que el uso de RFid siga extendiéndose en la cadena de suministro, ya que UHF es la mejor tecnología para ello en este momento. Sin embargo, los beneficios de la alta frecuencia frente a UHF la

convierten en la mejor opción para otras industrias como la farmacéutica y la de la salud, por su manejo de alto volumen, impresión de pulseras para pacientes y control de etiquetas de medicamentos. Por esta razón se está tratando de extender el estándar EPCglobal Gen2 y la estructura de datos HF en estas industrias.

6.4 LEGISLACIÓN

Además de la regulación del espectro radioeléctrico y de la estandarización ISO de la tecnología, existen otras consideraciones legales a nivel internacional que afectan al desarrollo e implantación global de la tecnología RFid, y que deben cumplir todos los proyectos que incluyan esta tecnología. Las normas consensuadas en Europa que afectan en mayor o menor medida a los dispositivos RFid se recogen en el Anexo 2.

Las etiquetas RFid de baja frecuencia (LF) y de alta frecuencia (HF) se pueden utilizar de forma global sin necesidad de licencia. Sin embargo, la frecuencia ultra-alta (UHF) no puede ser utilizada de forma global, ya que no hay un único estándar global en este sentido.

También hay que tener en cuenta las regulaciones adicionales relacionadas con la salud y con las condiciones ambientales. Por ejemplo, en Europa, la regulación *Waste Electrical and Electronic Equipment* ("Equipos eléctricos y electrónicos inútiles"), no permite que se desechen las etiquetas RFid. Esto significa, por ejemplo, que las etiquetas RFid que estén en cajas de cartón deben ser retiradas antes de deshacerse de ellas.

Otras regulaciones que influyen de forma positiva en el desarrollo de RFid son las relacionadas con la seguridad o con la trazabilidad de los productos y regulaciones adicionales relativas a la salud. Por ejemplo, en la Unión Europea, la regulación (EC) No. 178/2002 exige la trazabilidad de los alimentos. Por tanto, todas las empresas operadoras de alimentos deben seguir las siguientes pautas:

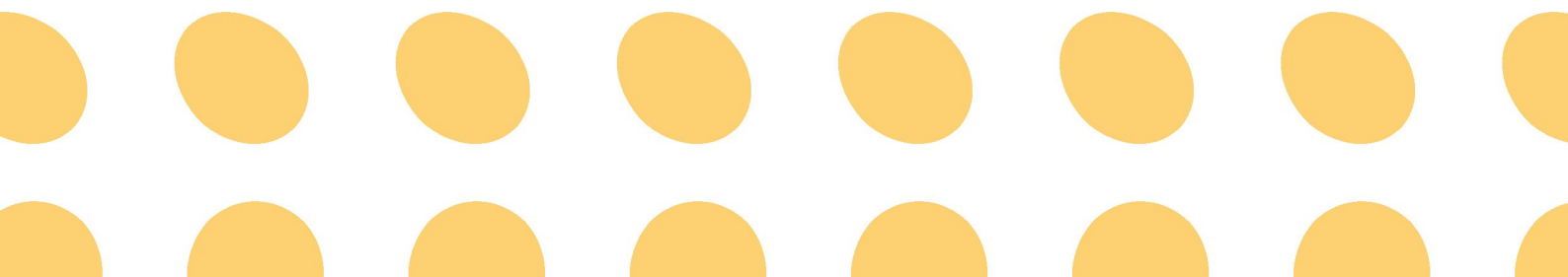
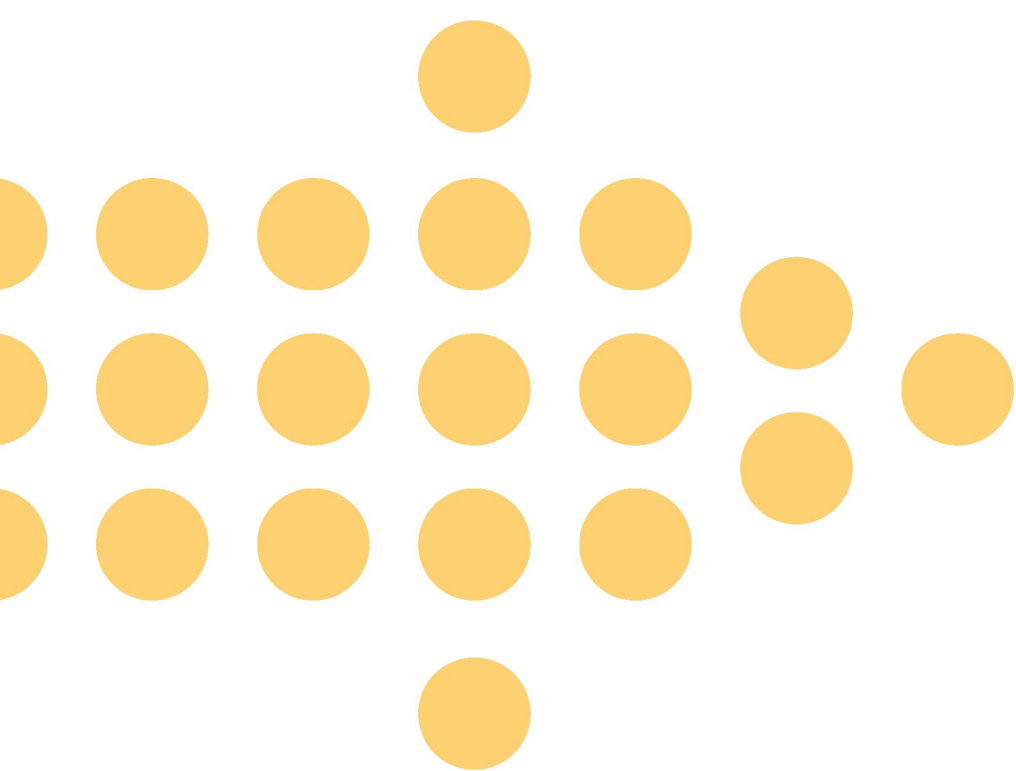
Deben asegurar que los alimentos cumplen los requisitos de la Ley en todas las fases de producción, procesado y distribución.

- Deben identificar a cualquier suministrador.
- Deben habilitar sistemas para identificar a otras empresas a las que hayan distribuido alimentos.
- Deben ser capaces de iniciar procedimientos para retirar los alimentos del mercado en caso de que sea necesario.

En este sentido, la tecnología RFid aporta la capacidad para seguir los productos en todos los puntos de la cadena de suministro, desde la producción hasta el punto de venta, identificándolos individualmente y asegurando que se cumplen para el consumidor los requisitos necesarios de salud e higiene.

7. Obstáculos al desarrollo de RFid







7. OBSTÁCULOS AL DESARROLLO DE RFID

Aunque tal y como venimos diciendo, RFid es una tecnología en claro auge y con unas perspectivas de crecimiento futuro bastante optimistas, también existen obstáculos que dificultan que su expansión se produzca de una manera más rápida.

En opinión de Gérald Santucci, los tres principales obstáculos con los que se enfrenta el desarrollo de RFid son la reducida banda de frecuencias disponible en UHF, la falta de un estándar global uniforme y las preocupaciones de los ciudadanos por la privacidad y la protección de datos.

Sin embargo, en los principales análisis y foros de debate sobre RFid, se apunta a que el alto precio del equipamiento RFid frente a otras tecnologías alternativas (como el código de barras) supone otro obstáculo al desarrollo de RFid. Aunque también es cierto que el coste de las etiquetas RFid se va reduciendo considerablemente con el paso del tiempo.

7.1 REDUCIDA BANDA DE FRECUENCIAS DISPONIBLE EN UHF

Aunque hemos visto que RFid puede funcionar en diversas frecuencias, parece que la banda de UHF es la que presenta mayores perspectivas de crecimiento futuro y por la que más están apostando los diversos fabricantes, pues en UHF se dispone de una mayor tasa de lectura y de una mayor distancia.

Sin embargo, las aplicaciones RFid para UHF en muchos países comparten la misma frecuencia que otros dispositivos, como los SRD¹⁶ (*Short Range Devices*) o las alarmas inalámbricas. Según la norma EN 300 220 de febrero de 2006, estos sistemas SRD podrían operar en la banda comprendida entre los 863 MHz y los 870 MHz, lo que implica compartir espectro con la banda UHF de RFid.

En España, el pasado 1 de enero de 2007 se liberó la banda de UHF, por lo que RFid puede operar libremente en la banda de 865 MHz – 868 MHz. Con esta medida se ha querido garantizar la interoperabilidad con otros 11 países europeos y con 22 países a nivel mundial, incluido EEUU.

Sin embargo, en palabras de Gérald Santucci, es vital que a medio y largo plazo se permita a la tecnología RFid acceder a un espectro de frecuencias más amplio.

¹⁶ Los SRD (*Short Range Devices*) son los dispositivos inalámbricos de corto alcance.

7.2 FALTA DE UN ESTÁNDAR GLOBAL

Éste es uno de los puntos de conflicto entre los distintos fabricantes e integradores de tecnología RFid. No existe a nivel mundial un estándar que englobe a toda la tecnología RFid, sino que existen varios estándares y cada fabricante se ajusta a uno en particular. Esto hace que aun trabajando en la misma frecuencia, pueda ocurrir que el lector de un determinado fabricante no sea capaz de leer las etiquetas de otro fabricante.

Actualmente, parece que el estándar EPC Global Gen 2 para UHF es el que obtiene mayor respaldo por parte de los distintos fabricantes, pero no deja de ser un estándar impulsado por una organización no gubernamental (EPCglobal), por lo que nadie asegura su futuro.

En el caso de HF, prácticamente todos los operadores se ajustan al estándar ISO 15693; pero este estándar sólo define el interfaz aire, y no la forma en la que cada etiqueta guarda la información. Por ello, una etiqueta de tipo I-CODE que se ajusta al estándar ISO 15693 podría ser leída por un lector que, sin embargo, no podría leer etiquetas de tipo tag-IT que también se ajustan al citado estándar, pues la distribución de los datos en la memoria de la etiqueta es distinta en cada tipo.

Es por tanto necesario un estándar global uniforme que garantice la interoperabilidad entre las diferentes aplicaciones y fabricantes.

7.3 PRIVACIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS

Europa tiene un alto nivel de protección de datos establecido por un estándar internacional. La consulta pública realizada en 2006 por la Comisión Europea sobre RFid puso de manifiesto la preocupación de los ciudadanos europeos respecto a la necesaria protección de datos personales, por la posible intromisión en la intimidad que permite el uso de esta tecnología.

Como muchas tecnologías relacionadas con la identidad digital, RFid levanta polémicas porque hay quien opina que puede invadir la privacidad de la gente.

Fundamentalmente, RFid causa polémica, en lo que a la privacidad se refiere, por las siguientes razones:

- El comprador de un artículo puede ignorar la presencia de la etiqueta; además, en todo caso debería ser capaz de eliminarla.
- La etiqueta puede ser leída a cierta distancia sin conocimiento por parte de la persona que la porta.
- Si un artículo etiquetado es pagado mediante tarjeta de crédito o conjuntamente con el uso de una tarjeta de fidelidad, sería posible asociar la ID única de ese artículo con la identidad del comprador.

- El sistema de etiquetas EPCglobal establece números de serie globales únicos para todos los productos, existiendo la posibilidad de asociar un artículo (y su dueño) a una base de datos.
- Esta tecnología también puede dar lugar a una inadecuada identificación de usuarios, por la posibilidad de falsificar o inhabilitar tags, y además se plantea el problema de una débil encriptación en el sistema de rastreo.

Las preocupaciones derivan del hecho de que las etiquetas RFid colocadas en los productos siguen siendo funcionales incluso después de que se hayan comprado los productos y se hayan llevado a casa. Esta circunstancia puede utilizarse para vigilancia y otros propósitos infames sin relación alguna con sus funciones.

Con números de serie permanentes, un artículo proporciona información sobre una persona, permitiendo trazar una red social del individuo. Es importante destacar que el uso de RFid no permite a los fabricantes o distribuidores la obtención de nuevos datos estrictamente personales de los consumidores.

A pesar de esta creciente preocupación por garantizar la privacidad en el uso de sistemas RFid, existen numerosos mecanismos que permiten evitar la utilización inadecuada de las ventajas que ofrece esta tecnología. A continuación se discuten las propuestas más relevantes, con una breve descripción de cada enfoque así como de las ventajas que aporta y los casos y situaciones en los que su uso resulta adecuado.

7.3.1 El comando “kill”

EPCglobal ha estipulado que todas las etiquetas EPC deben tener la capacidad de poder ser inutilizadas a través de un comando especial conocido como comando “kill”. El lector envía un código a la etiqueta que la apaga permanentemente, de manera que la etiqueta está realmente “muerta” y no puede volver a ser reactivada. La finalidad que se persigue con ello es impedir que alguien pueda reactivar una etiqueta permitiendo el seguimiento de una persona sin su consentimiento.

En las tiendas, las etiquetas pueden ser anuladas mediante los lectores RFID situados en las cajas. Por ejemplo, un supermercado podría usar etiquetas RFid para facilitar la gestión del inventario y la monitorización de sus propios stocks. Para proteger la privacidad del consumidor, a la salida se “matarían” las etiquetas de los bienes comprados. Así se hace, por ejemplo, en las secciones de discos y libros de grandes almacenes.

7.3.2 La jaula de Faraday

Algunas de las posibles aplicaciones de la tecnología RFid incluyen la implantación de chips RFid en documentos oficiales como el pasaporte o el DNI permitiendo, entre otras ventajas, una identificación más rápida, cómoda y eficiente de los pasajeros en los aeropuertos.

La introducción de chips RFid en pasaportes ya ha sido motivo de polémica en algunos países como Estados Unidos, pues existe el riesgo de que cualquier persona provista de un lector RFid pudiera leer todos nuestros datos personales.

Pero evitar esta “fuga de información” no es difícil, ya que se puede evitar que una etiqueta RFid sea leída con lo que se conoce como “Jaula de Faraday”: un envase hecho con una hoja o malla de metal impenetrable para las señales de radio (o de ciertas frecuencias). Ya hay compañías que ofrecen productos basados en la jaula de Faraday (carteras, etc.) con fines de privacidad.

Una solución sencilla consiste en dotar al pasaporte de una cubierta a modo de jaula de Faraday (cartera con malla metálica en su interior) de modo que nadie pueda leer el chip RFid que contiene el documento, y únicamente tendremos que abrirlo en el aeropuerto cuando sea necesaria la lectura del pasaporte por parte del lector de las autoridades pertinentes.

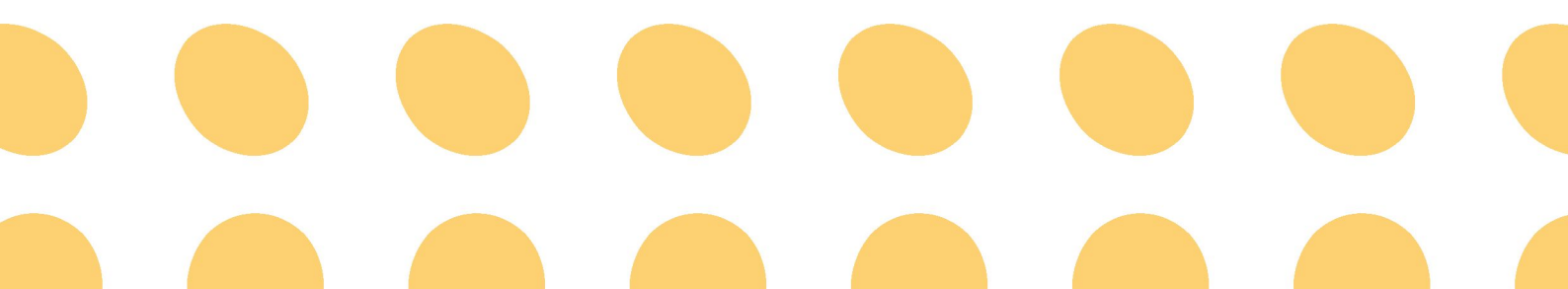
7.3.3 Interferencia activa de señales de radiofrecuencia

La interferencia activa de señales de radiofrecuencia es otra manera de proteger a las etiquetas e impedir que sean leídas por quien no debe. Existen dispositivos que difunden activamente señales de radio para bloquear e interrumpir la operación de cualquier lector de RFid cercano.

Hay que ser cuidadoso si se emplea esta opción, ya que si la energía de la señal difundida es demasiado elevada puede ser ilegal e interrumpir sistemas de RFid cercanos empleados en aplicaciones legítimas.

7.3.4 Etiquetas RFid inteligentes

Otra solución a los problemas de privacidad consiste en hacer las etiquetas RFid un poco más “inteligentes”, de manera que reaccionen protegiendo mejor la privacidad, pero proporcionando la funcionalidad deseada. Esto normalmente implicaría el uso de métodos criptográficos. Hasta el momento han aparecido tres propuestas con la finalidad de emplear etiquetas RFid “inteligentes”:

- *“Hash Lock”*: Según este enfoque, una etiqueta se puede “bloquear” de manera que rechace revelar su ID hasta que sea “desbloqueada”.
 - *Re-encryptación*: Actúa sobre las aplicaciones de privacidad de las etiquetas RFid en los billetes, en un escenario en el que los números de serie de las etiquetas en los billetes se cifran con una clave pública. Los textos cifrados resultantes experimentan re-cifrados periódicamente.
 - *“Silent Tree Walking”*: Consiste en un estudio que muestra cómo encriptar las transmisiones del lector, para evitar así que un espía pueda averiguar las IDs que se están leyendo.
- 

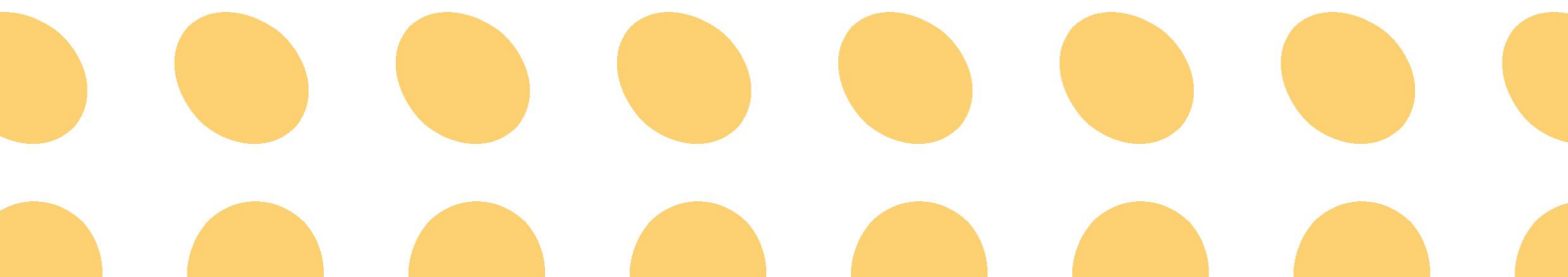
7.3.5 “Blocker tag”

Consiste en realizar un “bloqueo selectivo” de lectores RFid mediante etiquetas o tags que se encargan de ello.

Un “*blocker tag*” es un dispositivo RFid pasivo y barato que puede simular simultáneamente muchos tags comunes. Tiene la capacidad de simular el espectro completo de los posibles números de serie para los tags, ocultando de esta manera los números de serie de otros tags cercanos. Esto se logra obligando al lector a barrer parte o todo el espacio completo de todos los identificadores de tags, que es extremadamente grande.

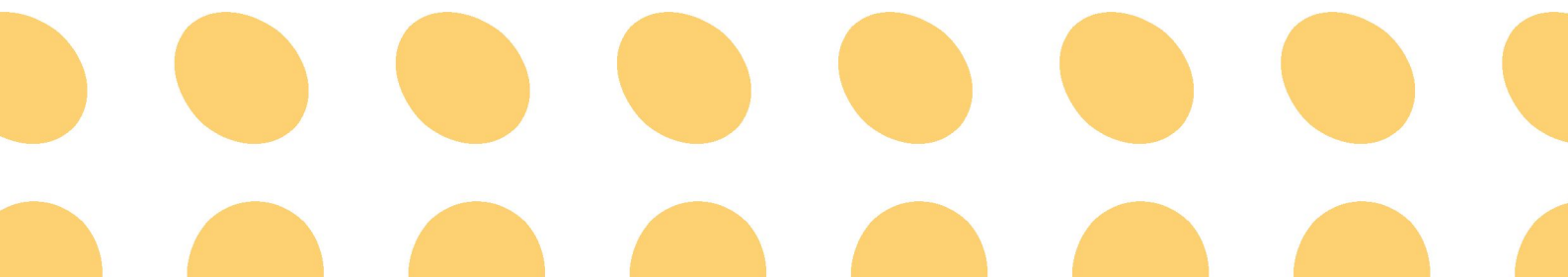
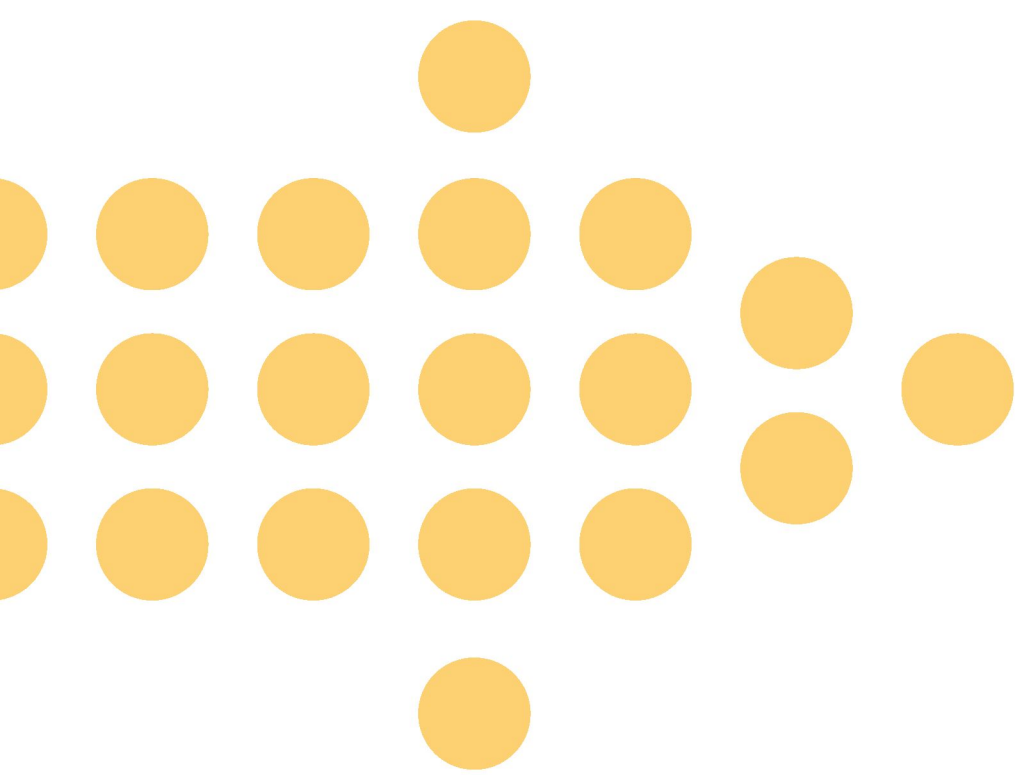
Cuando un consumidor lo lleva, el “*blocker tag*” crea una región física de protección de la privacidad, dentro de la cual un lector es incapaz de diferenciar y distinguir los tags que hay, generándose por ello gran confusión y bloqueo.

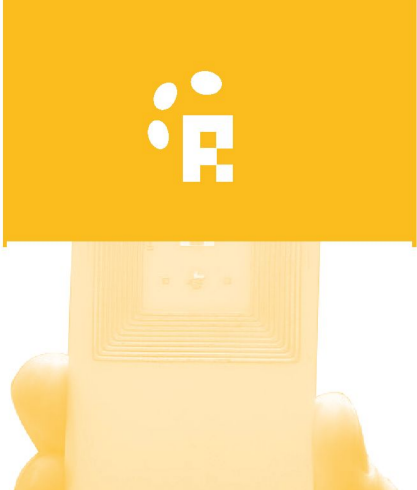
Gracias a su naturaleza selectiva, los “*blocker tags*” están diseñados para no interferir con la operación normal de los sistemas RFid. En una tienda, por ejemplo, ayudan a evitar la lectura no deseada de los productos que llevamos encima, pero no afectan al escaneo del inventario de la tienda.





8. Aplicaciones y usos actuales de la tecnología RFid





8. APLICACIONES Y USOS ACTUALES DE LA TECNOLOGÍA RFID

Las múltiples posibilidades que ofrece la tecnología RFid hacen que constantemente aparezcan nuevas aplicaciones para su uso. Las virtualidades de la identificación por radiofrecuencia han hecho que la Administración Regional de Castilla y León haya manifestado, en la Estrategia Regional para la Sociedad del Conocimiento 2007-2013, su intención de asumir un importante papel durante los próximos años en el fomento de actuaciones para extender soluciones de gestión RFID en distintos ámbitos como la educación, la sanidad, los servicios sociales, etc.

Cada día aparecen nuevas aplicaciones prácticas de RFid en diversas áreas que se caracterizan por un rápido retorno de la inversión. En general, podemos emplear esta tecnología sobre cualquier aplicación de identificación. En esta sección se tratan algunos de los posibles campos de aplicación y usos prácticos actuales de RFid.

8.1 LOGÍSTICA

El sector logístico, junto con la gestión de la cadena de suministro (*Supply Chain Management*), son probablemente los campos de aplicación en los que los sistemas RFid aportan un mayor valor.

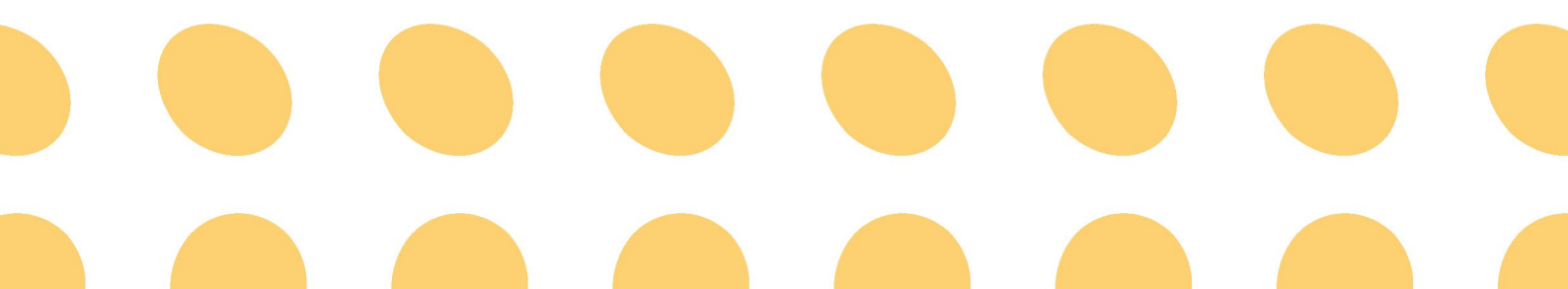
En la actualidad se tiende a realizar un tratamiento integrador de la logística que afecta a todos los procesos de la empresa. Frente a la parcelación de los objetivos por departamentos o áreas, la nueva logística implica una visión global con la que se trata de vincular todos los procedimientos, observar el conjunto y coordinar todos los esfuerzos.

Hoy por hoy, almacén, logística y distribución son los ejes básicos de la utilización de los sistemas RFid. Sus aplicaciones son prácticamente infinitas, y sus beneficios en la gestión del inventario, el control logístico, la distribución, la evitación de extravíos y el control del *time-to-market*¹⁷ son una realidad.

Con la tecnología RFid es posible conectar todas las fases de la cadena de abastecimiento, desde la producción al inventario y la distribución. Los sistemas RFid generan información en tiempo real que agiliza la producción, dinamiza la trazabilidad, mejora la calidad y hace más eficiente la entrega, reduciendo costes de gestión y operatividad.

Para cumplir los requisitos funcionales de las aplicaciones de logística, especialmente la relación entre el alcance de lectura necesario y el número de tags leídos simultáneamente, normalmente se usa tecnología de RFid que funciona utilizando ondas de radio de UHF en el entorno de 900 MHz. Frente a la ventaja del mayor rango de lectura, el empleo de esta frecuencia supone una dificultad importante derivada del hecho de que el espectro

¹⁷ Tiempo transcurrido desde que un producto está terminado hasta que se encuentra en el comercio.



- Registro automático de entrada y salida de vehículos.
- Precisión de tiempos de llegada del transporte urbano.
- Control de accesos.

Con esto no sólo se consigue automatizar el proceso del registro, sino que sirve también como elemento de seguridad para evitar el robo de maquinaria y/o de vehículos.

El diagrama ilustra la arquitectura de un sistema de gestión de flotas basado en RFID. En el centro, un ordenador conectado a una base de datos (BdD) actúa como el núcleo del sistema. A la izquierda, el 'Parque de maquinaria' contiene tres camiones. Un 'Lector RFID' está conectado al ordenador y gestiona dos 'Antenas RFID': una fija que cubre a los camiones estacionados y una móvil que se acerca a un camión en movimiento. Las antenas transmiten datos al lector y al ordenador. A la derecha, se muestra una interfaz web con un menú de navegación y una tabla de datos que incluye información sobre la flota, como el tipo de vehículo, el estado y la ubicación.

RFid puede usarse también para registrar operaciones en vertederos, plantas de reciclaje, minas y similares, o para realizar transacciones dinerarias en paradas de camiones o en terminales de servicio.

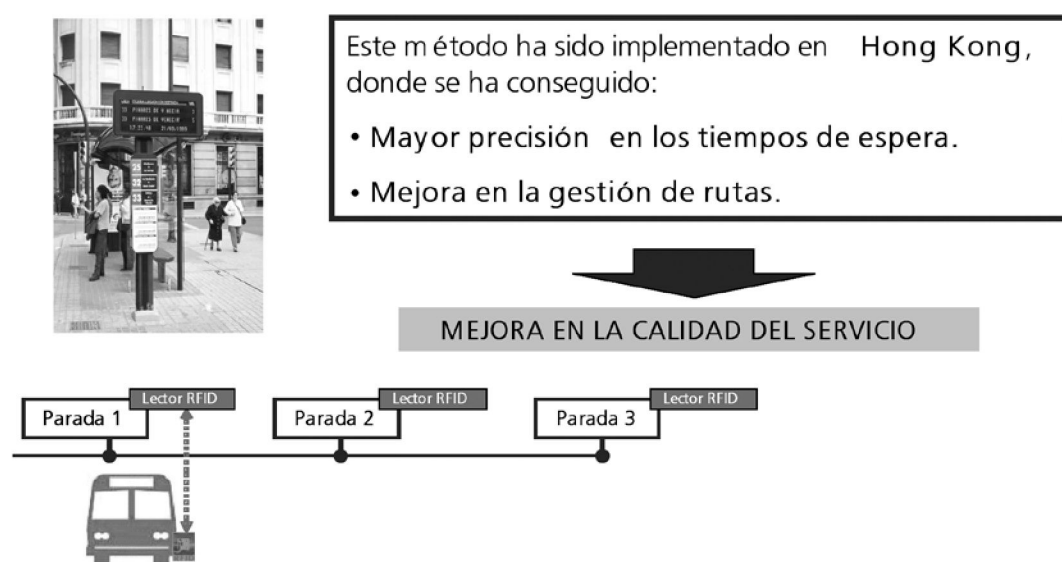
Otras utilidades de la aplicación de sistemas RFid en el sector del transporte son: la asignación automatizada de ubicaciones o parcelas de aparcamiento, la identificación en tiempo real y automatizada de la carga de los camiones y la generación en tiempo real de documentación de recogida o de entrega.

Precisión de tiempos de llegada del transporte urbano

Colocando tags RFid en los vehículos de transporte urbano podemos, a través de la combinación de GPS y GPRS, aumentar la precisión en los tiempos de espera que se muestran a los viajeros en los paneles informativos de las paradas. Además, este sistema permite realizar una explotación de los datos para auditar y mejorar las rutas. Un ejemplo lo encontramos en la ciudad de Honk Hong, donde ya se utiliza esta tecnología para este fin.

Este sistema tiene un funcionamiento relativamente sencillo: cada autobús urbano lleva una etiqueta RFid que lo identifica unívocamente, y en cada una de las paradas se instala una antena capaz de detectar esa etiqueta. De esta forma, es posible conocer en tiempo real en qué parada se encuentra un determinado autobús. A partir de aquí, se puede utilizar esta información para optimizar la gestión de rutas y, en combinación con los datos aportados por un sistema GPS, precisar los tiempos de espera en los paneles informativos.

Figura 5: Transporte urbano





8.2 GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO (*SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*)

En la cadena de suministro, los códigos de barras permiten identificar familias de productos, pero el EPC permite además determinar la individualidad de cada uno de ellos, logrando aislar cada producto de manera única e irreplicable para el sistema. Ésta es la actual labor de EPC Global y GS1 *International*, que desde hace algún tiempo tratan de determinar frecuencias, protocolos y sistemas de comunicación global para esta importante aplicación de RFid.

Los tags Auto-ID no deberían contener más datos que el *Electronic Product Code*, pero la mayoría de las implementaciones realizadas hasta ahora incorporan más información. Cuando los datos están almacenados en el tag, la necesidad de conexión con una base de datos es menor, ya que el propio tag permite conocer todo el historial del producto. Sin embargo, un tag que almacene información presentará el inconveniente de ser más sofisticado y por lo tanto más caro que un tag que simplemente almacene un código único. Además, perderá cierta flexibilidad en comparación con un tag vinculado a una base de datos central.

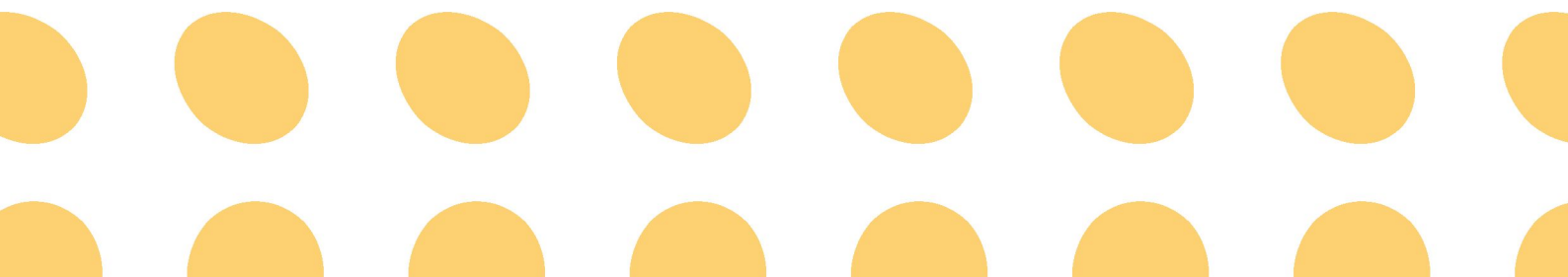
Al utilizar este modelo en aplicaciones de **trazabilidad**, gestión de la cadena de suministro y logística, la utilización de POS (*Point of Sale*) automáticos utilizando RFid permite la fácil facturación de los ítems, sin necesidad de identificarlos individual y visualmente.

Además, con el uso de esta tecnología se puede conocer el volumen de existencia real de productos en el salón de venta, la rotación interna de productos, la devolución de productos previa a su compra efectiva, la identificación de clientes a efectos promocionales o de descuentos por preferencia, etc. El conocimiento del stock en rotación previo al pago y del stock en tiempo real son aplicaciones muy prácticas con fines de operaciones, logística, marketing, seguridad y finanzas, destacando el Servicio al Cliente como principal función. RFid incrementa la visibilidad en la cadena de suministro y facilita la revocación de suministros de una manera más eficiente y efectiva, lo que se hace particularmente necesario a raíz de las normativas de trazabilidad en áreas como la seguridad alimentaria y de control sanitario (medicamentos, etc.).

Por todas estas razones, el uso de tecnología RFid en la cadena de suministro es muy ventajoso para minoristas líderes y sus proveedores a la hora de conseguir **ahorros en los costes** de manipulación e incrementar la eficiencia en los procesos de distribución y en los sistemas de **gestión del stock**.

La aplicación de la tecnología RFid en la cadena de suministro permite que todos los agentes que participan en ella puedan tener un **producto localizado y controlado** (un concepto que los estadounidenses han bautizado como *supply chain visibility*). Esto aporta numerosas ventajas como:

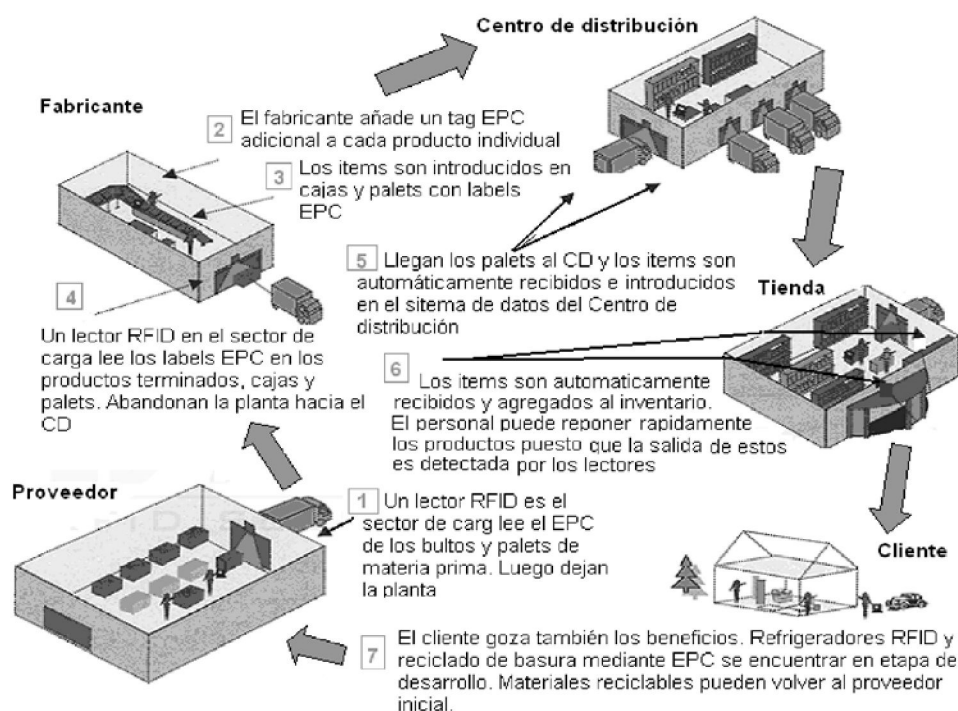
- Aumento de la eficiencia de la cadena de distribución, al admitirse lecturas más rápidas y más precisas.
- Volúmenes menores en el inventario sin que la disponibilidad de los productos se vea afectada, al proporcionar información en tiempo real sobre la ubicación de los productos.



- Reducción de errores en la información acerca de los productos.
- Reducción de roturas de stock, al poder conocer el personal cuándo se deben reponer las estanterías o cuándo un artículo se ha colocado en el lugar equivocado.
- Mayor control sobre la calidad de los productos.
- Mejora del tiempo de respuesta de todos los agentes.
- Conocimiento real e inmediato sobre las tendencias de venta de un producto.
- Se habilita la localización, para su retirada del mercado, de productos concretos.
- Mejora del reciclaje de productos.

Un modelo típico del empleo de RFid en la cadena de suministro se muestra en la siguiente figura:

Figura 6: Ejemplo típico de empleo de RFid en la cadena de suministro





8.3 PRODUCCIÓN

La principal aplicación de RFid en el entorno de producción se encuentra en el etiquetado de productos en el punto de origen. Gracias a RFid, cualquier detallista (almacén distribuidor de artículos) con sistemas de radiofrecuencia que lo solicite, podrá recibir mercancía etiquetada con tags RFid en el origen. Las etiquetas se aplican desactivadas sobre los artículos y posteriormente pueden ser activadas, a velocidades como las de producción, en cualquier fase de la cadena de suministro: a la salida del silo del fabricante o distribuidor, en el almacén de entrada del detallista o incluso en la propia tienda. Al contrario de lo que ocurre con otras tecnologías, los envíos protegidos con etiquetas RFid pueden activarse en masa, sin que afecte al proceso la orientación o la posición de las etiquetas. Las frecuencias de funcionamiento son típicamente HF y UHF, pero dependen de cada caso concreto.

De esta forma, RFid permite una estricta supervisión de cada una de las etapas de producción, respetando, a su vez, la trazabilidad de cada producto, y facilitando la gestión de cualquier sistema de **control de calidad**. Además, el empleo de etiquetas inteligentes en este campo también proporciona otras ventajas:

- Recuentos de artículos escaneados.
- Opciones de trazabilidad y autenticación en la cadena de suministro.
- Servicio de autocobro para los clientes.
- Tarjetas de cliente.
- Programas de prevención de riesgos (por ejemplo, para niños).

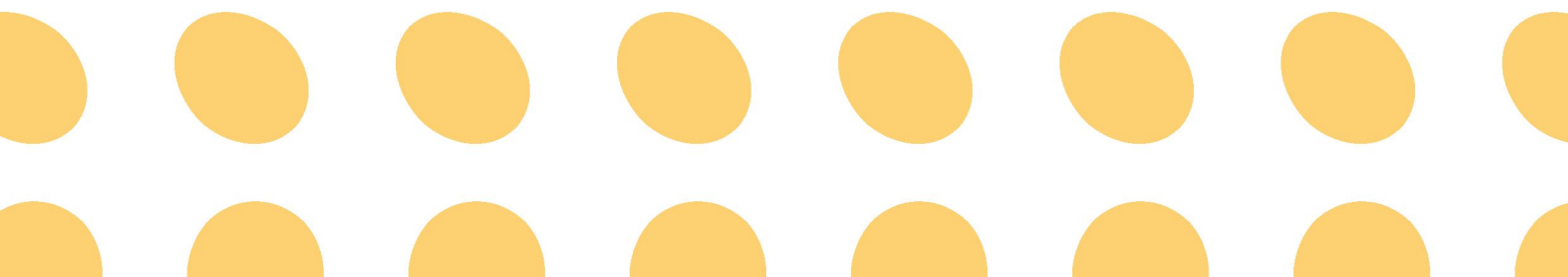
8.3 INDUSTRIA AUTOMOVILÍSTICA

La industria automovilística usa los sistemas RFid para hacer el seguimiento de los vehículos a lo largo de la cadena de montaje, pues las etiquetas pueden soportar temperaturas entre 1500 C y 2000 C, son resistentes a la pintura, etc.

Uno de los objetivos primordiales de la aplicación de la tecnología RFid a la industria de la automoción consiste en verificar la identidad del vehículo antes de ejecutar el proceso de ensamblaje requerido. Aunque los fabricantes rastrean los vehículos mediante el ensamblaje, un solo vehículo retirado de la línea de montaje sin que se detecte ya supone un gran coste. Algunos fabricantes apuestan por la tecnología RFid para identificar piezas con elevado coste, mejorando su gestión a fin de minimizar los extravíos. Como en esta industria se suele trabajar con piezas metálicas, es habitual que los sistemas de identificación por radiofrecuencia utilicen bajas frecuencias.

Otro ejemplo de posible aplicación de RFid en este ámbito es el previsto en la Ley TREAD (*Transportation Recall Enhancement, Accountability and Documentation*), promulgada por el comité F09 de la ASTM¹⁸, que exige que los fabricantes de automóviles de EEUU puedan identificar sus neumáticos en cada coche desde el año 2004, para así poder cambiar los neumáticos más eficazmente.

¹⁸ American Society for Testing and Materials.



Las empresas automovilísticas siempre han buscado un control completo de la cadena de producción como método de reducción de costes de inventario y control de mermas, entre otros aspectos. El uso de RFid, junto a un software adecuado de gestión de la cadena de producción, facilita la plena visibilidad del proceso, permitiendo a las empresas controlar su inventario en movimiento de forma integral.

8.5 TRAZABILIDAD DE EQUIPAJE EN AEROPUERTOS

Otra de las posibles aplicaciones de la tecnología RFID se refiere a la trazabilidad de equipajes en los aeropuertos. El principio de funcionamiento consiste en colocar un microchip RFid con datos cifrados en la etiqueta del equipaje del pasajero o en los contenedores de equipaje. Las etiquetas llevan escritas en su memoria los números de identificación de las aerolíneas, entre otros datos. De esta forma, los sensores instalados en el aeropuerto permitirán a las compañías aéreas **localizar** con exactitud el **equipaje** en tiempo real, mejorando significativamente la gestión del servicio y la información ofrecida a los pasajeros. Normalmente, para esta aplicación se emplea la alta frecuencia.

La utilización de sistemas RFid en este ámbito reduce el riesgo de pérdida de equipaje, refuerza la seguridad, permite indicar a los clientes el plazo de entrega del equipaje, y proporciona información sobre la entrega del equipaje a los viajeros en tránsito cuyo equipaje no se haya transportado en el mismo vuelo.

8.6 PEAJE AUTOMATIZADO

Actualmente RFid también se utiliza para automatizar el proceso de peaje en las carreteras. En este caso, se adhiere una etiqueta identificativa al parabrisas del vehículo y mediante tecnología RFid se intercambia la información con una red de computadoras.

Un ejemplo es el sistema de cobro de peajes en el centro de la ciudad de Estocolmo, que aplica tarifas por circulación a determinadas horas del día con el fin de reducir los problemas de tráfico. Cada punto de control posee cámaras digitales y sensores RFid para identificar los vehículos. Cuando un vehículo pasa por un punto de control genera un registro que, al ser procesado, generará a su vez un **cobro automático para el conductor**. El conductor puede elegir entre pagar el importe a través de los puntos de pago situados en quioscos y algunas tiendas, o bien domiciliarlo automáticamente en una cuenta bancaria a través de Internet. La frecuencia empleada en estos sistemas depende de la distancia de lectura de cada aplicación, pero las opciones más empleadas son HF y UHF.

8.7 TARJETAS IDENTIFICADORAS

Otro claro ejemplo de las ventajas de RFid, lo encontramos en las tarjetas identificativas o tarjetas inteligentes. Cada vez estamos más acostumbrados a la utilización de este tipo de tarjetas para acceder a determinados lugares, realizar transferencias bancarias a través de un TPV (siglas de Terminal Punto de Venta, por ejemplo un cajero automático), llamar por teléfono desde una cabina pública o pagar el transporte público (generalmente urbano).



El uso de tarjetas RFid como medio de pago está cada vez más extendido por la gran agilidad que implica la falta de necesidad de visión directa. Este método de pago se está utilizando en muchas ciudades de todo el mundo como, por ejemplo, Londres. Sin embargo, no hace falta salir de España para encontrar casos de éxito de su uso. Encontramos algunos ejemplos en Sevilla, Valencia o León, donde la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León puso en marcha la tarjeta ciudadana “León, Ciudad Digital”, que analizaremos posteriormente.

Figura 7: Tarjeta Ciudadana de León



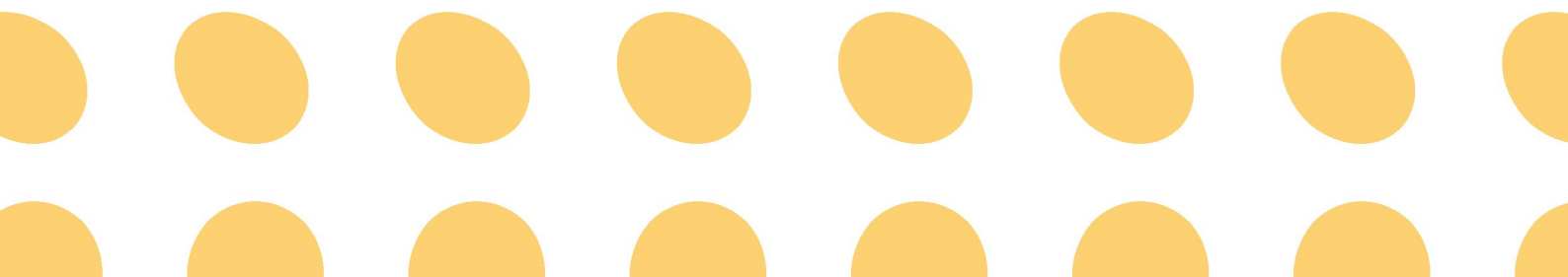
La mayoría de estas tarjetas capaces de transportar datos electrónicos tienen un chip en una zona de contacto. Sin embargo, el contacto mecánico empleado en estas tarjetas a menudo no resulta práctico. Una transferencia de datos sin contacto corporal entre el dispositivo que transporta los datos y su lector es mucho más flexible y rápida. En el caso ideal, la potencia necesaria para operar el dispositivo que transporta los datos electrónicos sería transferida por el lector sin emplear ningún tipo de contacto.

Por este motivo, cada vez es más frecuente encontrar tarjetas identificadoras que no emplean ningún contacto con el sistema de lectura. Además, un sistema basado en RFid funciona de forma efectiva en entornos con excesiva suciedad, polvo, humedad y poca visibilidad, superando las limitaciones de otros sistemas de identificación automática.

8.8 GESTIÓN DE BIBLIOTECAS

Actualmente, las bibliotecas con un gran volumen de tráfico de entrada y salida de préstamos emplean el sistema de código de barras para agilizar los procesos. Sin embargo, esta aplicación del código de barras tiene sus limitaciones.

El código de barras, por sí solo, no es un eficaz elemento de seguridad para evitar la sustracción de documentos, sino que necesita un sistema adicional, generalmente un sistema basado en bandas magnéticas. Esto implica la necesidad de realizar dos operaciones para la verificación de un préstamo o de una devolución: leer el código de barras y magnetizar







Resumiendo lo expuesto en la tabla, los sistemas RFid comienzan a ser “rentables” al cabo de 5 años pues el valor actual neto (NPV) en ese momento ya es positivo; en otras palabras, el flujo de ahorros (la suma de ahorros, con una tasa de interés obtenida a partir del valor del dinero y del riesgo de inversión) supera la inversión inicial, mientras que en ese mismo periodo de tiempo, el NPV para el código de barras, aún sería negativo (el flujo de ahorros aún no supera la inversión inicial).

A la vista de estos datos, se puede asegurar que la aplicación de tecnología RFid para la gestión de bibliotecas **es económicamente más rentable que los sistemas basados en código de barras.**

8.9 MÉDICO-SANITARIAS

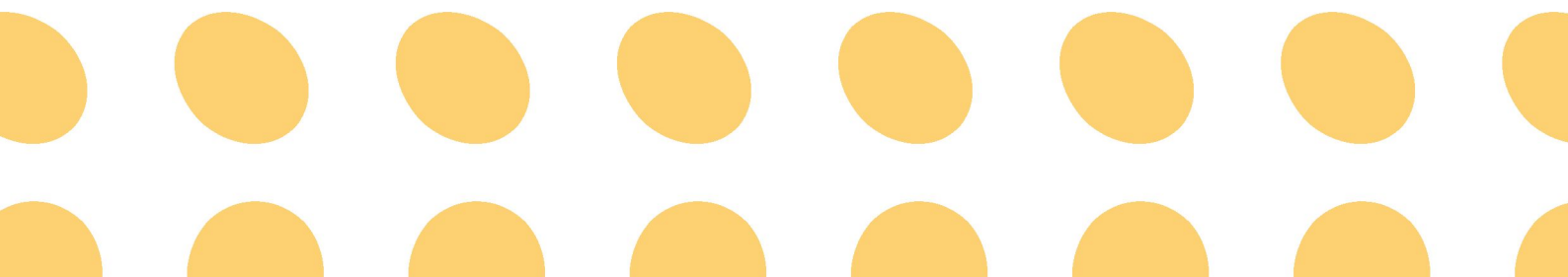
El sector sanitario recibe cada vez una mayor presión para conseguir mejores resultados con menos recursos (**reducir los tiempos de espera**, cometer **menos errores** médicos y conseguir un mayor nivel de servicio en un entorno de mayor control presupuestario). Sin duda la tecnología RFid ofrece una respuesta a tales requerimientos, ya que la identificación unívoca minimiza los errores humanos en cuestiones de identificación positiva, y la agilidad que aporta en la mejora de la gestión de activos podría reducir considerablemente los tiempos de espera.

Existen ya muchas soluciones que permiten mejorar la calidad del servicio sanitario haciendo uso de tecnología RFid. Cada vez son más habituales los hospitales que incorporan un sistema RTLS (*Real Time Location System*) para la localización de objetos o personas en su interior, o para la identificación de pacientes, hemoderivados (muestras de sangre, bolsas de plasma, etc.) o bioderivados (muestras orgánicas, etc.).

Un ejemplo claro de esto, son los **brazaletes RFid** de alta frecuencia que facilitan la **lectura instantánea de la identificación del paciente**. De este modo, el personal médico y sanitario debidamente autorizado puede, posteriormente, acceder a la información oportuna con un ordenador de pantalla táctil tipo *Tablet-PC*, que se conecta de forma inalámbrica mediante *Wi-Fi* a la red informática interna del hospital. Con todo ello el personal puede, sólo con acercar la muñeca del paciente al ordenador, acceder al historial clínico, de alergias, de medicaciones y demás información relevante.

Algunos de los beneficios que se obtienen con el uso de los sistemas RFid en hospitales son los siguientes:

- Eliminar el gran volumen de documentación en papel.
- Asegurarse de que la información usada por su personal médico está siempre actualizada.
- Reducir los errores en la prescripción de medicamentos.
- Incrementar la seguridad del hospital.
- Prevenir la confusión de identidades entre pacientes.
- Mayor rapidez en tratamientos de emergencia al tener un rápido acceso al historial.



Además de estas utilidades, la tecnología RFid encuentra otras aplicaciones dentro del sector sanitario como, por ejemplo, la **localización** física de los doctores y enfermeras en un hospital, la **automatización de inventarios** de fármacos en stock, la **retirada automatizada** de fármacos caducados o el **control de paso** exhaustivo en zonas restringidas.

El sector farmacéutico contempla los sistemas RFid como una solución eficaz para muchos de los problemas existentes a día de hoy. Utilizando RFid no sólo se mejoraría la gestión de su logística, reduciendo los tiempos de suministro y mejorando la atención del servicio, sino que también se conseguiría asegurar la trazabilidad de los medicamentos.

8.10 SUPERMERCADOS

En un supermercado, si cada producto tuviera una etiqueta RFid (adherida en el momento de fabricación) con un chip capaz de emitir su código EPC (*Electronic Product Code*), sería posible capturar a distancia los dígitos distintivos del artículo en un arco con lectores RFid (normalmente de HF) situado a la salida.

Gracias a las características anteriormente descritas de la tecnología RFid, al pasar el carro por el arco se podrían detectar simultáneamente los códigos de todos los productos, sin importar su orientación o la existencia de visión directa con un lector. A continuación, esta información se incorporaría a una base de datos dando paso a los procesos de facturación y baja de inventario del producto. Si además el cliente lleva en su cartera una tarjeta de crédito con otra etiqueta RFid, podría cargarse el importe de la compra en su cuenta de forma automática.

Sin duda, este escenario aportaría grandes ventajas:

Para el cliente, se eliminaría la necesidad de descargar y volver a cargar el carro ante la cajera, y además tendría la seguridad de que no se producen errores humanos en la confección del ticket. Si el carrito llevara incorporado un lector de etiquetas RFid, al acercar un producto al carro, éste podría informar de su precio y otros datos adicionales (como fecha de caducidad, ofertas, características, etc).

Para el empresario, se simplificaría el trabajo de reposición de mercancía en la tienda. Un sólo empleado, o un sistema robotizado dotado de un lector de RFid y una conexión *wireless*, tipo Wi-Fi o similar, podría recorrer los pasillos detectando automáticamente faltas de existencia y localizando mercancía colocada fuera de lugar por los clientes. Por otra parte, un sistema robotizado puede buscar entre las estanterías del almacén del hipermercado las mercancías que faltan en la tienda y llevarlas directamente a los palets de los repone-dores. Con este sistema se podría eliminar fácilmente aquellos productos que han sobrepasado su fecha de caducidad.



8.11 MONITORIZACIÓN DE GANADO

Existen dos maneras de monitorizar ganado a través de la tecnología RFid: instalando un chip RFid de baja frecuencia en las orejas del animal o colocando un bolo ruminal cerámico RFid (generalmente también de baja frecuencia) en el estómago del animal desde que nace.

Ambos métodos permiten identificar el animal y garantizar su trazabilidad. Además, estos sistemas permiten medir datos vitales como, por ejemplo, la temperatura del animal. Las mediciones de datos de miles de cabezas de ganado se transmiten automáticamente por vía inalámbrica a un sistema informático que, en caso de detectar anomalías, lo notifica a los encargados vía Internet. Estas notificaciones pueden ser recibidas mediante unidades de bolsillo, como teléfonos móviles o PDA. De esta forma, los responsables del ganado pueden tomar medidas inmediatas y evitar la propagación de enfermedades infecciosas. Y lo que es más importante, el sistema puede evitar que la carne de animales enfermos llegue a los consumidores.

Ante un problema sanitario como el surgido con “el mal de las vacas locas”²¹ o “la gripe aviar”²², el empleo de RFid facilitaría una **rápida localización del foco de la enfermedad**, y permitiría agilizar el aislamiento de las reses o aves afectadas, sin necesidad de un sacrificio masivo e indiscriminado.

8.12 APLICACIONES DE RFID EN EL ÁMBITO ESCOLAR

La identificación por radiofrecuencia, al ser una tecnología que permite la identificación unívoca e individualizada, constituye un recurso muy práctico para controlar de manera automática la presencia de personas en el interior de cualquier edificio, como por ejemplo, un centro educativo. Estos sistemas habilitan el control de accesos y el registro de entrada y salida de alumnos a los centros escolares.

En este campo RFid tiene las siguientes áreas de aplicación:

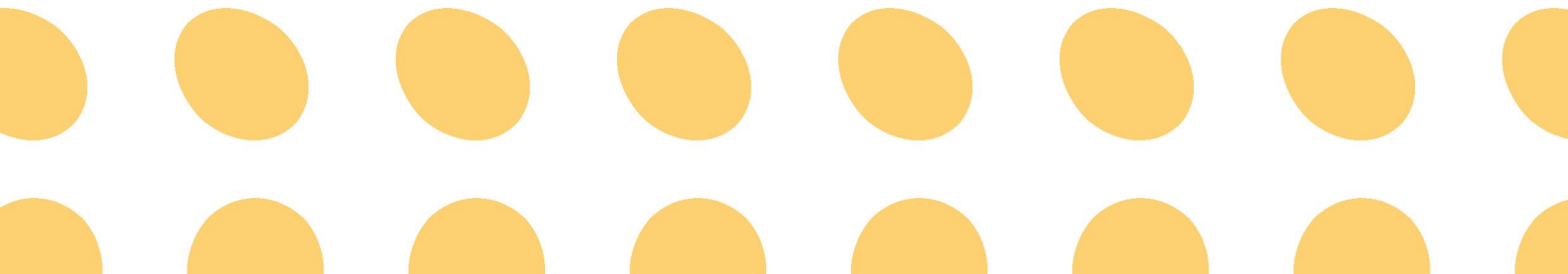
- Registro automático de entrada y salida de alumnos.
- Control de presencia de alumnos.
- Seguridad en el transporte escolar.

Registro automático de entrada y salida de alumnos

Algunos centros educativos, como es el caso del Brittan Elementary School de California (EEUU), utilizan dispositivos RFid para realizar el registro automático de entrada y salida de alumnos al centro. De esta forma se consigue aumentar la seguridad y controlar automáticamente los datos de absentismo escolar, a la vez que se obtiene información en tiempo

²¹ Su nombre científico es Encefalopatía Espongiforme Bovina. Es una enfermedad que afecta al ganado bovino y que provoca daños irreversibles en su sistema nervioso hasta causar la muerte. Esta enfermedad es producida por una proteína defectuosa, conocida como prión, que tiene la capacidad de hacer que las proteínas normales cambien su estructura y se deterioren, llegando a formar agujeros en el cerebro.

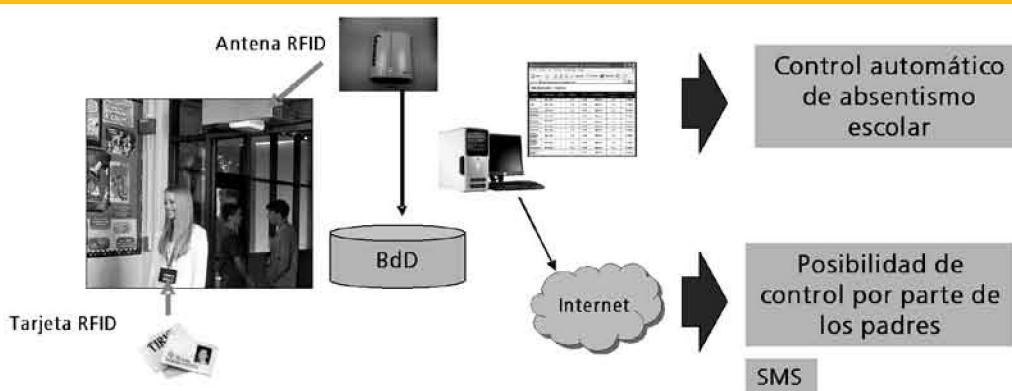
²² La gripe de las aves o gripe ‘aviar’ es una enfermedad infecciosa originada por el virus de la gripe tipo A. La infección afecta a cualquier ave, aunque se cree que algunas especies son más vulnerables que otras. En estos animales la enfermedad puede desarrollarse de varias formas, algunas de ellas con muy alto índice de mortalidad.



real sobre la presencia del alumno en el centro, que puede ser incluso consultada por los padres, a través de Internet o mediante SMS.

Cada alumno debe llevar al centro una tarjeta RFid que le identifica unívocamente. Mediante un lector RFid situado en la entrada del centro y conectado a un sistema informático, se puede realizar automáticamente un registro de entrada y salida de alumnos. El sistema informático podrá procesar toda la información obtenida para controlar la asistencia del alumnado o, como ya hemos indicado, para proporcionar un sistema de información a los padres a través de Internet o SMS.

Figura 8: Registro automático de entrada y salida



Este sistema también tendría una gran utilidad en el control de asistencia a clase, ya que actualmente en los centros educativos de Castilla y León el control de asistencia lo realiza el profesor con el método tradicional de “pasar lista”, registrando después los datos en una PDA para su incorporación al sistema informático del centro.

Control de presencia

Otra de las aplicaciones de los sistemas RFid como tecnología inalámbrica que permite la identificación unívoca sin visión directa, es la del control de presencia o control de localización. Existen determinadas soluciones en el mercado que permiten implantar un sistema RTLS mediante RFid.

El funcionamiento de un sistema RTLS es complejo, pero básicamente consiste en que cada uno de los elementos a identificar, que pueden ser personas u objetos, queden individualizados mediante un tag RFid. El área de localización tendrá instalado un sistema de lectores y antenas RFid, de manera que en todo momento se pueda conocer su posición (a partir de su ubicación con respecto a los lectores).



Seguridad en el transporte escolar

La identificación por radiofrecuencia permite controlar el acceso de los alumnos a los vehículos de transporte escolar. En la actualidad esta técnica ya está siendo utilizada en Tokio para evitar que alumnos no autorizados accedan a los autobuses escolares. Este sistema también podría ser utilizado para realizar, además del control de acceso, el pago de las tasas en función de cada alumno. Para ello, cada alumno dispondría de una tarjeta RFid que lo identificaría unívocamente y, mediante un sistema de tornos, se podría controlar el acceso a los vehículos de transporte escolar.

8.13 AUDITORÍA DE ELEMENTOS CRÍTICOS

Mediante tags o etiquetas reescribibles de RFid, es posible grabar todos los datos de las revisiones de elementos críticos como extintores, sistemas anti-incendios o ascensores, de manera que las inspecciones se puedan realizar de una manera muy sencilla y muy rápida, lo que permite aumentar la frecuencia de las inspecciones, mejorando la seguridad.

Cada vez que un técnico realiza la revisión pertinente, registra en la etiqueta, mediante un lector/grabador RFid portátil, la fecha en la que realizó la revisión. Así, cuando un inspector desee conocer la fecha de la última revisión, no tiene más que pasar un lector portátil por las inmediaciones del elemento a revisar para reconocer la etiqueta, sin necesidad de tener que abrir ningún tipo de habitáculo en el que pudiera estar el elemento en cuestión. Con esto se agiliza el proceso de auditoría.

En algunos estados de EEUU, como por ejemplo Missouri, se utilizan las etiquetas RFid para auditar las revisiones de los elementos críticos de los vehículos de transporte escolar, como por ejemplo los frenos. Otra aplicación de gran utilidad en el control de los puntos críticos (APPC) sería el control de alimentos en comedores escolares y hospitales dentro del servicio de salud pública.

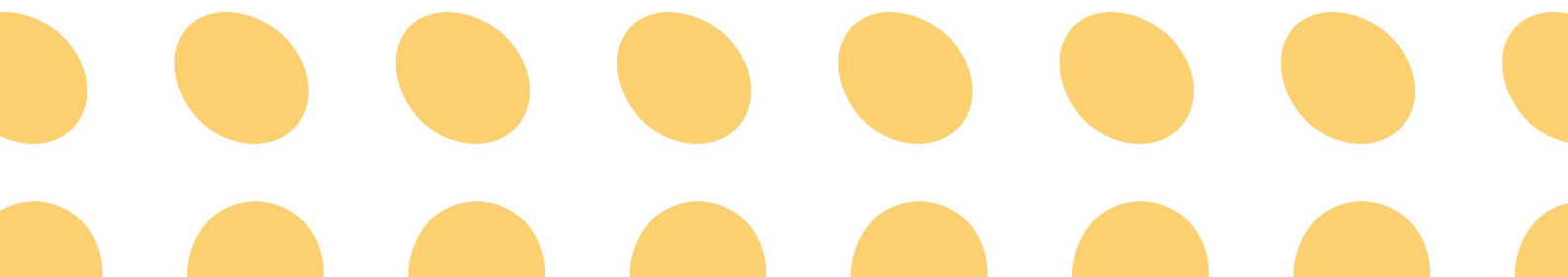
8.14 SEGURIDAD, CONTROL DE ACCESOS Y DOCUMENTACIÓN OFICIAL

El movimiento y el uso de recursos personales y materiales pueden controlarse a través de etiquetas de radiofrecuencia adheridas a herramientas, ordenadores, etc. o incluso ocultas en chips de seguridad del tamaño de una tarjeta de crédito.

Las aplicaciones RFid en el **control de accesos** aportan comodidad y eficiencia, pues no requieren contacto físico de la tarjeta con el lector. Este tipo de seguimiento comporta una medida de seguridad adicional para el personal que trabaja en áreas de alto riesgo en su puestos, por ejemplo, de evacuaciones de emergencia.

Las frecuencias empleadas para esta aplicación dependen de la forma de controlar el acceso: una etiqueta RFid en una tarjeta que se acerca a un lector usará baja frecuencia, una configuración con dos paneles a modo de pasillo o puerta trabajará habitualmente en alta frecuencia, y sistemas de lectura de largo alcance usarán UHF.

Un sistema de este tipo se instaló como control de accesos en el I Foro de Trazabilidad y RFid. La fiabilidad de lectura fue de un 100%. Las ventajas que aportó el sistema a los organizadores fueron numerosas: fluidez en los accesos al evento, los invitados no



necesitaron portar una acreditación en un lugar visible, al visitante se le daba la bienvenida en una pantalla instalada, con su nombre y apellidos.... Además, el sistema ofrecía datos de interés en tiempo real, como el porcentaje de ocupación de la sala o el control de asistencia en las diferentes conferencias que se realizaban paralelamente.

En el ámbito de los **hoteles**, la tecnología RFid permite proporcionar al cliente un **dispositivo identificativo** único a partir del cual puede disfrutar de los diferentes servicios que proporciona el hotel, acceder a recintos restringidos, etc. Este sistema incide directamente en la mejora de la gestión por parte del personal del hotel (compras-ventas), y en la mejora de los servicios al cliente, así como en una reducción de costes.

Interesa también tratar en este apartado la implantación de dispositivos RFid en los **pasaportes, carnés de conducir, DNI** y otros documentos oficiales. Debido a la necesidad de dotar de mayor seguridad a las fronteras de todo el mundo y con el objetivo de aumentar la eficiencia en las máquinas de lectura de datos y realizar comprobaciones de una forma más exacta y rápida, surge la idea de introducir los identificadores biométricos de una persona en los chips integrados en las tarjetas y documentos de identificación de viaje, para así poder verificar la identidad de su poseedor y asegurar la realidad de la persona, consiguiendo evitar fraudes.

A continuación analizaremos algunas aplicaciones típicas de RFid en materia de seguridad.

Control de accesos. Identificación de personal autorizado

En algunos países se utilizan chips RFid implantados en humanos para garantizar la identificación de personal autorizado y el control de accesos. Así ocurre, por ejemplo, en México, donde el Fiscal General del Estado de México y 160 miembros de su oficina, tienen implantados unos pequeños chips RFid para controlar su acceso a zonas restringidas.

El departamento de defensa de los EEUU está estudiando la posibilidad de utilizar estos implantes en los soldados que se encuentren en combate, con el fin de identificar al soldado en caso de incidente y acceder rápidamente a su historial médico.

Mediante la implantación de un chip RFid se elimina el riesgo de “perder” la tarjeta, la llave o el carné. Además, en casos de evacuaciones de emergencia, se agiliza cualquier proceso de autorización ya que no se pierde tiempo en buscar el elemento identificativo.

Figura 9: Implantación en humanos de chips RFid





Localización y seguimiento de individuos

Muchos centros penitenciarios de EEUU utilizan la tecnología RFid para implantar sistemas RTLS²³ con los que controlar en tiempo real la posición de los internos y/o los empleados en las dependencias del centro. Así ocurre, por ejemplo, en el Ohio Department of Rehabilitation and Correction, la prisión estatal de California o el Maxie Maximun Security Youth Institution de Michigan.

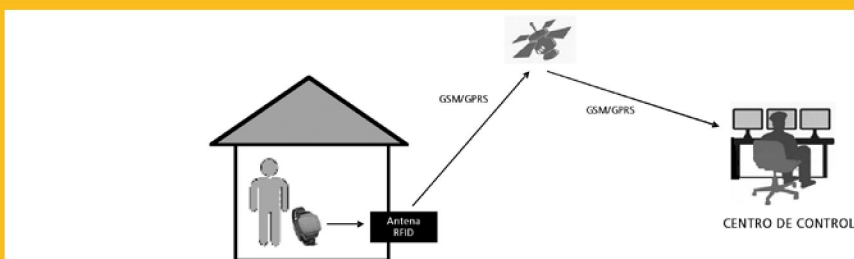
Figura 10: Sistema RTLS de internos penitenciarios



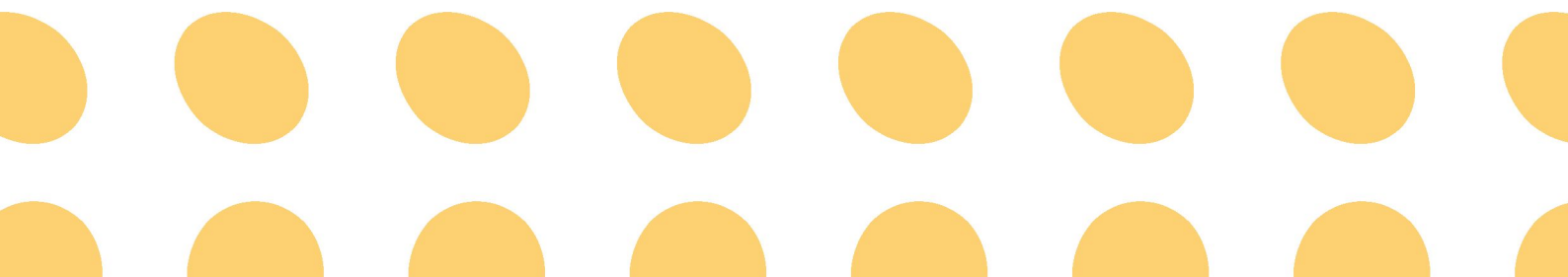
En un sistema RTLS, el interior del centro está dotado de un soporte informático que controla una red de antenas y lectores RFid. Cada interno tiene incorporado un tag RFid (pulsera, tobillera o simplemente un tag en el bolsillo) que lo identifica unívocamente. El sistema informático, mediante los datos que obtiene de la red de antenas y lectores RFid, puede conocer en todo momento la posición exacta del interno en el interior del centro.

Asimismo, a través de pulseras con dispositivos RFid se puede realizar un control presencial, tal y como vimos en el ámbito escolar. Esta solución se utiliza por el gobierno de Taiwan para controlar el “toque de queda” impuesto a delincuentes que se encuentran en proceso de reinserción social. Mediante una pulsera RFid, e instalando en su domicilio y en su trabajo unas antenas, se puede conocer en todo momento dónde está el individuo.

Figura 11: Ejemplo de localización y seguimiento de individuos



²³ Real Time Location System (Sistema de Localización en Tiempo Real).



El sujeto a controlar deberá llevar incorporado un tag RFid, mediante una pulsera, una tobillera o cualquier otro elemento adherido a su cuerpo. Cuando dicho individuo se acerque a un lector RFid, se podría enviar una señal indicando la proximidad del individuo a ese determinado lector.

Esta es la aplicación que se emplea en el caso de las “pulseras anti-maltrato” usadas por Comunidad de Madrid y el Gobierno Balear para evitar la violencia de género y asegurar que se cumplen las órdenes de alejamiento impuestas por los jueces: la víctima, debe llevar siempre consigo un lector RFid (de reducido tamaño, como un móvil aproximadamente) y el agresor debe llevar siempre un tag RFid (pulsera, tobillera, etc.). Así, cuando se acerca a una determinada distancia, el lector de la víctima avisa de la presencia del agresor.

En la Junta de Castilla y León, la Agencia de Protección Civil e Interior, ya pensó en utilizar este sistema. Sin embargo, Daniel Fernández Cuadrillero, Jefe de Servicio de la Policía Local afirma que existen algunas lagunas técnicas y jurídicas que deben resolverse adecuadamente.

Entre las lagunas técnicas destacan el todavía considerable tamaño de los dispositivos, que dificulta su “camuflaje”, y la insuficiencia de la distancia de transmisión, ya que el reconocimiento entre dispositivos RFid actualmente se limita a una distancia próxima a los 300 ó 400 metros, y muchas órdenes de alejamiento contemplan distancias mayores.

Y en cuanto a los problemas jurídicos, Fernández Cuadrillero destaca que posiblemente esa falta de discreción, derivada del excesivo tamaño de los dispositivos, podría atentar contra la dignidad de las personas, que es un derecho fundamental, y también contra el derecho a la intimidad e incluso contra el derecho a la presunción de inocencia. Por todo ello los jueces son aún muy reticentes a utilizar este tipo de sistemas. Basta decir que de las 500 pulseras que se adquirieron en la Comunidad de Madrid, tan sólo unas 13 se encuentran operativas.



8.15 OTRAS APLICACIONES

Además de las aplicaciones mencionadas anteriormente, la tecnología RFid puede emplearse para muchos otros usos. Un uso muy frecuente y poco conocido de los sistemas RFid es el que se aplica para la **inmovilización de vehículos**. Se trata de un sistema de identificación que consta de un dispositivo interrogador situado en el vehículo a proteger y de un identificador en la llave, de modo que el interrogador da paso a una única llave que, una vez reconocida, permitirá el funcionamiento del vehículo.

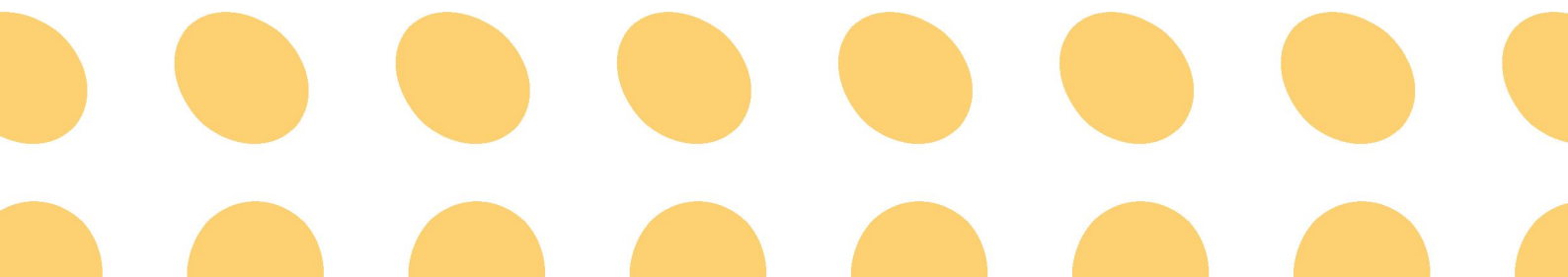
Otro campo de aplicación de la tecnología RFid es el de la **alimentación**. Actualmente hay una enorme demanda por parte de los gobiernos de programas de trazabilidad en la cadena de suministro de alimentos con las finalidades de proteger la salud pública, prevenir fraudes y mantener la calidad.

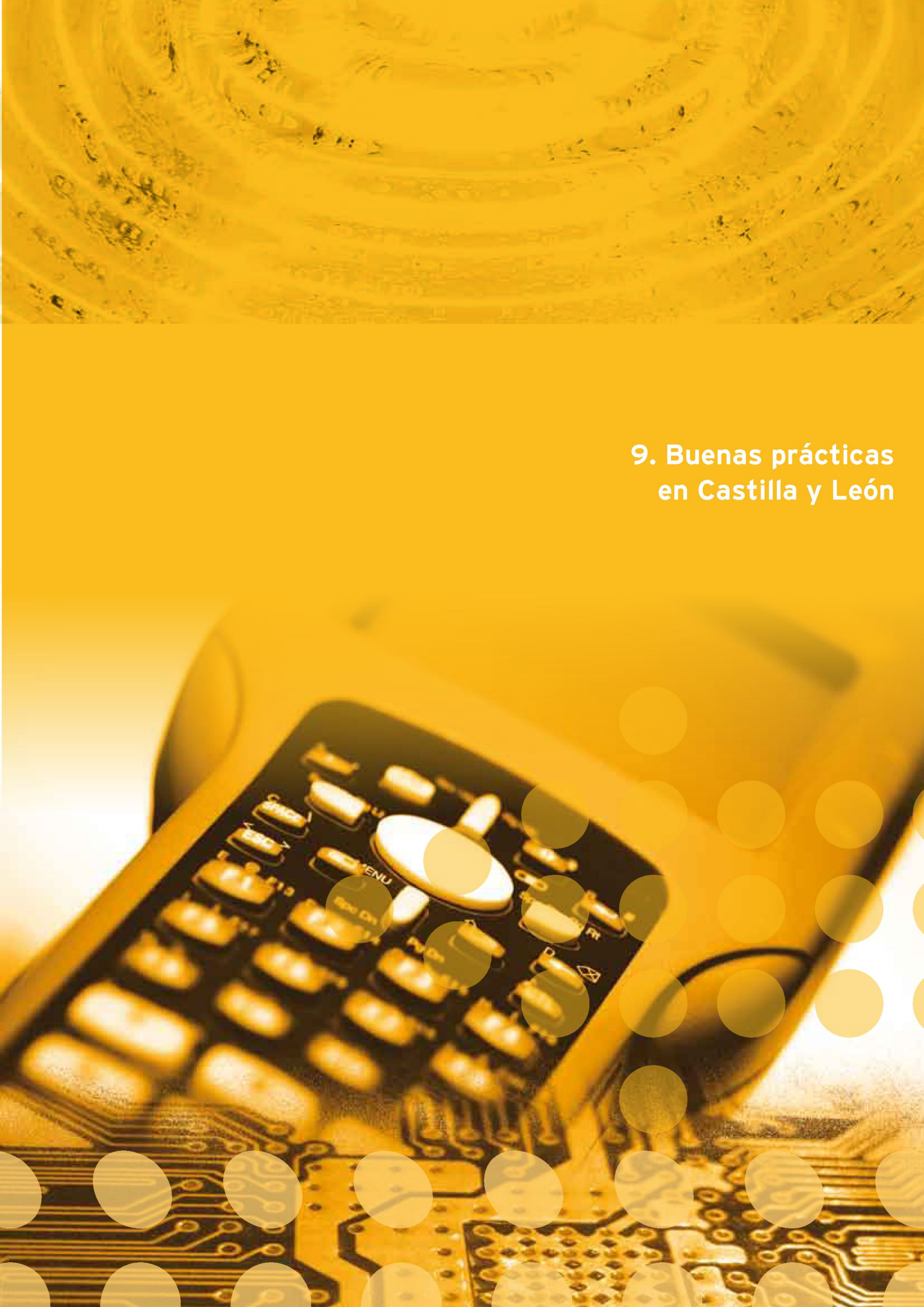
En el sector textil muchas compañías buscan formas de mejorar sus ingresos y su cuota de mercado a través de una gestión más eficiente de las tiendas y del inventario. Además de racionalizar la cadena de suministro y optimizar la distribución, la tecnología RFid es fundamental para proteger las marcas frente a la creciente competencia global y a las falsificaciones.

Por otra parte, asistir a un estadio deportivo o a un concierto puede ser más rápido y seguro si se hace uso de las entradas inteligentes y de los puntos de venta inteligentes. Este método es extrapolable a muchas aplicaciones, desde el acceso y disfrute de parques de atracciones hasta las simples tareas de alquiler de vídeo, incrementando así la capacidad y reduciendo las largas colas.

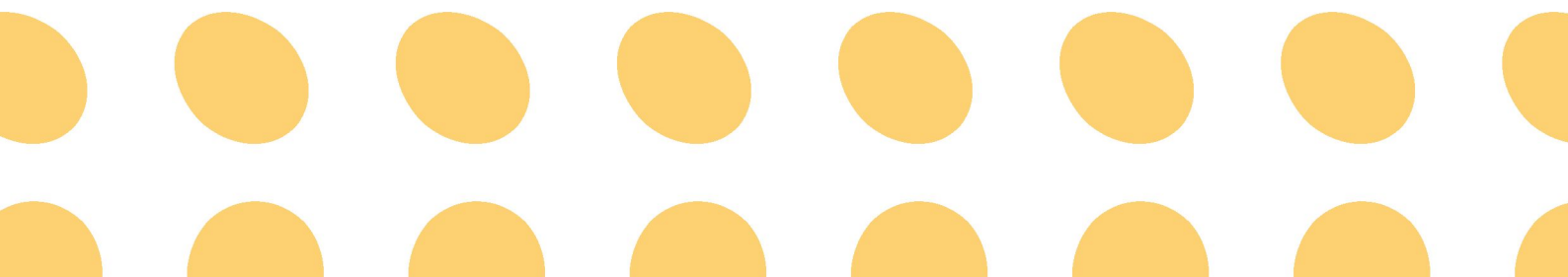
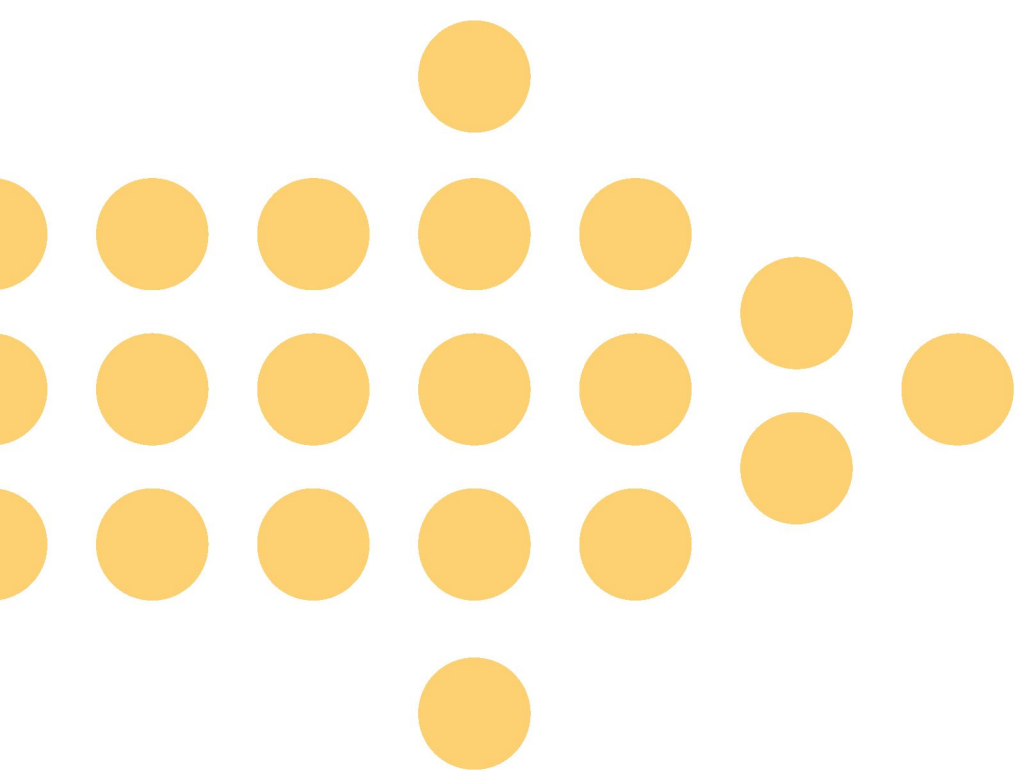
Finalmente, cabe también mencionar el **pago sin dinero en efectivo**. Un ejemplo de este tipo de aplicación es el sistema *Speedpass*²⁴ de ExxonMobil, que permite a un usuario contratar una cuenta y pagar mediante un llavero RFid en los establecimientos Exxon y Mobil (estaciones de servicio).

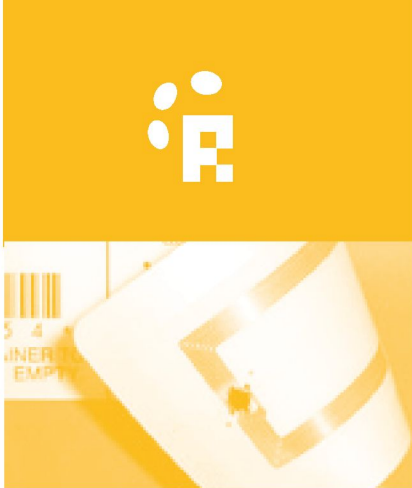
²⁴ www.speedpass.com



The background is a solid yellow color. In the lower half, there is a faint, high-angle photograph of a black calculator with a numeric keypad and a small screen. The calculator is resting on a surface that appears to be a circuit board, with visible gold-colored traces and components. The entire image is overlaid with a pattern of semi-transparent yellow circles of varying sizes, creating a modern, technological aesthetic.

9. Buenas prácticas en Castilla y León





9. BUENAS PRÁCTICAS EN CASTILLA Y LEÓN

En este capítulo analizaremos cinco casos de éxito de uso de la tecnología RFid en Castilla y León. Los cuatro primeros casos analizados tienen su ámbito de actuación en el sector público. El quinto es un caso de aplicación en el sector privado.

Primero presentaremos el caso del Hospital Nuestra Señora de Sonsoles en Ávila, que utiliza RFid para identificar bolsas de sangre y aumentar así las medidas de seguridad en las transfusiones.

El segundo caso que analizaremos será un ejemplo de tarjetas identificativas, cuyo ejemplo más importante y exitoso en la región es el de la tarjeta ciudadana de León, enmarcada dentro del proyecto “León, Ciudad Digital” de la Junta de Castilla y León.

Después estudiaremos el caso de los comedores escolares en los centros escolares públicos de titularidad de la Junta de Castilla y León, donde se desarrolla un sistema de control basado en RFid.

A continuación se presentará el caso de identificación unívoca de las sillas de viaje del programa “El niño también viaja seguro” de la Consejería de Familia e Igualdad de Oportunidades de la Junta de Castilla y León.

Por último se analizará la experiencia del Grupo Leche Pascual en el control de trazabilidad del huevo cáscara.

9.1 HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DE SONSOLES EN ÁVILA

Actualmente, el Hospital Nuestra Señora de Sonsoles de Ávila cuenta con un programa de identificación positiva de bolsas de plasma para las transfusiones sanguíneas. Se trata de un proceso especialmente sensible, ya que un error en el tipo de sangre que se transfiere al paciente tendría consecuencias fatales.

Según Juan Francisco Nieto Pajares²⁵, existe en la comunidad médica una preocupación creciente en materia de seguridad. Se calcula que entre el 7% y el 10% de las acciones médicas encierra algún tipo de error humano. Por esta razón se busca en las Nuevas Tecnologías la minimización de este riesgo.

Minimizar este tipo de errores, buscando aumentar la seguridad del paciente en el proceso de la transfusión de sangre, y respetar la legalidad en materia de seguridad, fueron los dos motivos principales por los que se implantó esta aplicación RFid.

²⁵ Jefe del Servicio de Informática del Hospital Nuestra Señora de Sonsoles de Ávila.



El proyecto se apoya en tres tecnologías inalámbricas: RFid en la identificación unívoca del paciente, código de barras para identificar las bolsas de sangre, y, por último, Wi-Fi para conectar el Terminal de campo (PDA) con el sistema informático.

Cuando un paciente ingresa en el hospital, se le asigna un número y se le pone una pulsera RFid donde va codificado ese número, de manera que el paciente queda identificado unívocamente mediante RFid.

Todas las bolsas de sangre proceden del Centro Regional de Hemoterapia de Valladolid. Cada una de ellas está etiquetada con un código de barras que la identifica mediante un número. Según J. F. Nieto, es probable que en los próximos años este código de barras pueda sustituirse por una etiqueta de identificación por radiofrecuencia.

Cuando un médico determina que es necesario realizar una transfusión, debe rellenar un parte o volante de solicitud. A continuación se extrae del paciente una muestra de sangre con el objetivo de realizar unas pruebas en el laboratorio de hemoterapia y comprobar la compatibilidad de la sangre del paciente con la de la bolsa que se le va transferir. Este proceso recibe el nombre de *pruebas cruzadas*.

La muestra de sangre se etiqueta con código de barras y se asocia en el sistema informático al número que identifica al paciente y que está codificado en la pulsera de RFid que lleva incorporada.

Una vez comprobada la compatibilidad entre la muestra y la bolsa a transferir, el número codificado en la etiqueta del código de barras de la muestra y el número codificado en la etiqueta de código de barras de la bolsa de sangre quedan asociados en el sistema informático al número del paciente.

Cuando se va realizar la transfusión, mediante un terminal tipo PDA que tiene un lector de RFid, un lector de código de barras y una tarjeta Wi-Fi, se consulta al sistema informático (usando Wi-Fi) para comprobar que la bolsa de sangre (leyendo su código de barras) es la que hay que transferir al paciente (leyendo el número de identificación de su pulsera RFid). Así se asegura que, efectivamente, la bolsa que se comprobó en el laboratorio es compatible con la sangre del paciente, y es la que finalmente se le transfiere.

Evidentemente, la PDA tiene instalada una aplicación informática para realizar este proceso. Esa aplicación está desarrollada en Java, utilizando un servidor Apache y un motor de integración Mirth.

En opinión de J. F. Nieto, la tecnología RFid tiene muchas aplicaciones en el sector sanitario, sobre todo en aspectos de trazabilidad, como por ejemplo la trazabilidad quirúrgica, que admite el control a través de sistemas RFid de los procesos de esterilización, garantizando la máxima eficiencia de actuación en caso de infecciones. También piensa que tendría un gran valor añadido en la logística de fármacos y en cualquier otro proceso que exija una identificación unívoca como, por ejemplo, la identificación neonatal.

En conclusión, RFid aporta muchos beneficios en el sector, principalmente en dos cuestiones fundamentales, como son la seguridad y la calidad de la atención al paciente. De hecho, en este Hospital se contempla un proyecto futuro que basándose en la tecnología RFid tratará de mejorar la atención al paciente de forma notable. El proyecto, que aún se encuentra en fase de maduración, persigue agilizar y mejorar el proceso de atención a pacientes ambulatorios (aquellos pacientes que se desplazan al hospital para acudir a la consulta de un especialista). Se piensa que si cada paciente ambulatorio tuviera asociada su cita a una etiqueta RFid, a la llegada al hospital se confirmaría automáticamente esa cita, al tiempo que el sistema de gestión ya conocería que ese paciente ha llegado al hospital.

9.2 TARJETA CIUDADANA DE LEÓN

León dispone de una tarjeta ciudadana basada en tecnología RFid que unifica en un solo soporte una gran cantidad de servicios públicos ofrecidos por el Ayuntamiento de esta ciudad. Esta iniciativa se encuentra enmarcada dentro del proyecto “León, Ciudad Digital” de la Junta de Castilla y León cuyo principal objetivo es acercar la Sociedad de la Información al conjunto de la población leonesa, especialmente a las personas con mayor riesgo de exclusión, es decir, aquellas que no usan habitualmente las nuevas tecnologías.

En concreto, las funciones de la tarjeta ciudadana son básicamente dos:

- Identificar unívocamente a un ciudadano concreto.
- Actuar como tarjeta monedero para el pago de los servicios municipales.

Esta iniciativa permite a los leoneses, a través de una única tarjeta, la identificación y el pago de una serie de servicios municipales:

- **Pago de transporte público urbano.** El pago se realiza sin contacto visual ni material, es decir, el ciudadano no necesita pasar la tarjeta por ningún dispositivo, sino que simplemente aproximándola al lector, incluso sin sacarla de la cartera, puede realizar el pago del transporte público.
- **Acceso e identificación en bibliotecas municipales e infosedes²⁶.** La tarjeta sirve como documento identificativo para poder hacer uso de los servicios ofrecidos en las bibliotecas municipales e infosedes.
- **Control de acceso de vehículos autorizados al casco histórico de la ciudad.** El casco histórico de León está cerrado al tráfico. Sólo los vehículos autorizados (repartidores, distribuidores, etc.) pueden acceder a él. Es precisamente la tarjeta ciudadana el elemento de control de estos accesos.
- **Alquiler de bicicletas.** Mediante la tarjeta ciudadana se puede efectuar el pago, sin contacto, del servicio municipal de préstamo de bicicletas.
- **Acceso y pago en las instalaciones públicas municipales.** Dado que la tarjeta hace las funciones de monedero, también permite pagar el uso de las instalaciones públicas municipales, como por ejemplo las instalaciones deportivas.

²⁶ Locales municipales con acceso a Internet.



El siguiente paso será poder pagar mediante la tarjeta el servicio de aparcamiento ORA.

Pero, ¿por qué se escogió la tecnología RFid para el desarrollo de este proyecto? Según Pablo Pérez Robla, coordinador del proyecto “León, Ciudad Digital” y responsable del proyecto de la tarjeta Ciudadana, el principal motivo por el que se apostó desde el principio por RFid fue la agilidad derivada de la falta de necesidad de visión directa.

La Tarjeta Ciudadana utiliza una solución dual o combi basada en tecnología TIBC 4.0²⁷, del SERMEPA²⁸ para la seguridad en las transacciones económicas. Una tarjeta de interfase dual (o combi) presenta ambas interfases, con contacto (circuito eléctrico) y sin contacto (radiofrecuencia), en un solo circuito integrado.

La tarjeta con contacto exige, para ser leída y operar con ella, estar situada en el interior de un aparato lector. Sin embargo, una tarjeta sin contacto se acerca al lector, a una distancia de 8 a 10 centímetros, para que éste la alimente eléctricamente a través de tecnología RFid HF. La solución dual conjuga ambas modalidades en el mismo soporte -con contacto y sin él- lo que permite su utilización para sectores que tienen necesidades distintas.

Actualmente las principales aplicaciones sin contacto de la Tarjeta Ciudadana de León son en el transporte urbano y el acceso al Casco Histórico de la Ciudad. La Tarjeta Ciudadana se expide en la Oficina de Transportes de Ayuntamiento de León y puede recargarse en los cajeros de Caja España de la capital leonesa.

Desde el Ayuntamiento de León se considera que el proyecto ha sido un éxito y ya se piensa en líneas de actuación futuras. Lo primero que se quiere conseguir es una estabilización y mejora de los servicios ofrecidos actualmente, y también se pretende incorporar nuevos servicios que puedan ser soportados por la tarjeta. Por último, se prevé realizar en el futuro una explotación de los datos (estadísticas, etc.).

9.3 COMEDORES ESCOLARES SUBVENCIONADOS POR LA JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN

En la actualidad existen en Castilla y León cerca de 400 comedores escolares subvencionados por la Junta de Castilla y León. La Gestión de Comedores en los centros educativos la llevan a cabo los propios centros, que son puramente intermediarios entre los padres de los alumnos y las empresas concesionarias.

La Consejería de Educación cobra a los padres de alumnos identificados como comedores habituales a mes vencido, en función del número de veces que hacen uso del comedor, y una vez deducida la ayuda a la que tienen derecho. Los alumnos esporádicos pagan en metálico cada vez que quieren hacer uso del comedor. En estos comedores comen cada día cerca de 32.000 niños, de los cuales 30.000 reciben algún tipo de ayuda o subvención por parte de la Junta de Castilla y León. Además, existen varios tipos de beneficiarios, ya que algunos niños disfrutan de una subvención del 100%, mientras que otros se benefician

²⁷ Tarjetas Inteligentes para Bancos y Cajas de ahorros.

²⁸ SERvicios para MEdios de PAgo. Es una compañía propiedad de SERVIRED y propietaria del protocolo TIBC.

de una subvención del 75%.

Independientemente de la facturación, muchos de los niños necesitan algún tipo de dieta especial, como es el caso de los celíacos²⁹.

Dentro de toda la problemática relativa a la gestión de los comedores de los Centros Escolares de la Junta de Castilla y León, el control de los comensales que acceden al servicio es uno de los procesos más complejos de definir. La gestión de los comedores escolares suponía bastante trabajo tanto a la Consejería como a los centros, por lo que se tomaron una serie de medidas encaminadas a la mejora. De ahí que la Consejería de Educación impulsara en 2007 el Plan de gestión, vigilancia y mejora de los aspectos nutricionales de los comedores escolares (PECAS), en el que se trabajará durante un plazo de tres años. En líneas generales, este Plan estructurará la gestión del comedor: regulará de manera informática los comedores y conectará a los concesionarios del servicio con la Administración y con los directores de los centros, así como a los padres con la Administración para atender a todas las cuestiones que surjan.

Resulta evidente que la única forma de controlar con precisión qué usuarios han accedido realmente a la comida es implantando un sistema de control de acceso. La principal novedad de PECAS fue la elección del uso de una tarjeta de identificación RFID para este cometido. Gracias a una tarjeta de identificación RFID es posible impedir que las personas que no han adquirido el derecho a disfrutar de la comida accedan a ella, controlándose un posible fraude.

Según el sistema planteado, los comensales habituales necesitarán disponer de un elemento de identificación, tarjeta de identificación RFID, que les permita acceder al servicio de comida, previa presentación del mismo al responsable de comedor. A cada uno de los responsables de comedor, se le suministrará un dispositivo PDA con lector RFID integrado, en el que residirá una aplicación que, junto con las capacidades propias de la PDA, permitirá realizar una gestión mucho más ágil del control de los comensales del centro escolar. A continuación se muestran las tareas que se llevarían a cabo un día cualquiera en el proceso de Gestión de comensales habituales:

1. Sincronización de la información

En esta tarea, el responsable del comedor, sincronizará los datos residentes en su PDA, con los que existan en el repositorio central de la Junta de Castilla y León, con el fin de que mantenga una relación actualizada de los comensales a los que debe atender, así como de la información relevante sobre ellos (Por ejemplo, alergias).

2. Apertura del comedor

Se realiza cuando todo está ya dispuesto para poder empezar a servir las comidas.

3. Identificación del comensal

Cuando un comensal entra en el comedor, el responsable del comedor debe identificarlo. Para ello le solicitará su elemento de identificación y en caso de no llevarlo, por olvido o extravío, sus datos para poder realizar en cualquier caso su registro.

²⁹ Personas que no toleran el gluten.



4. Lectura de la identificación

Una vez que el comensal porta el elemento de identificación, el responsable del comedor procederá a su lectura. Acercando su dispositivo de mano PDA a la tarjeta RFID del comensal recogerá los datos almacenados en dicho elemento. Mediante este acto, se registrará que el comensal ha hecho uso del servicio en ese día.

5. Informe de alergia alimenticia al responsable del comedor

Inmediatamente después de que el comensal habitual ha sido registrado, si éste presentara cualquier tipo de alergia alimenticia, el Responsable del comedor será advertido mediante una alerta emitida en su PDA.

6. Permiso de acceso o servicio de comida

Finalmente el comensal habitual ya identificado puede disponer de su servicio de comida, que le será suministrado de la forma habitual.

7. Cierre del comedor

Una vez transcurrido el periodo de apertura del comedor y que todos los comensales han disfrutado de su comida, el comedor será cerrado.

Con la implantación de este sistema, además del control presencial y la gestión adecuada de los servicios complementarios de control nutricional, es posible realizar un **control económico**, ya que la información queda registrada para permitir explotarla a posteriori con múltiples fines.

9.4 PROGRAMA “EL NIÑO TAMBIÉN VIAJA SEGURO”

La Dirección General de Telecomunicaciones en colaboración con la Consejería de Familia e Igualdad de Oportunidades de la Junta de Castilla y León, que es quien promueve y financia el programa “El niño también viaja seguro”, han apoyado la implantación de la tecnología RFID en el servicio de préstamo de sillas de dicho programa.

El Programa consiste en el préstamo gratuito a los ciudadanos de Castilla y León de una silla de seguridad para llevar a un niño sujeto dentro del coche. La silla sirve para los niños menores de 9 meses, después deberá ser devuelta para su limpieza y reutilización.

Las tareas de ejecución del programa, es decir, las operaciones de entrega, recepción y mantenimiento (reparación, limpieza, preparación para la reutilización, etc.) de las sillas se realizan en diversos Centros Especiales de Empleo (CEE) a través de un convenio con la Confederación Española de Organizaciones a Favor de las Personas con Discapacidad Intelectual (FEAPS).

El procedimiento de préstamo es el siguiente:

Cuando un ciudadano de Castilla y León solicita el préstamo de una silla, debe acercarse al CEE designado en su provincia (por ejemplo, en Valladolid es el Centro Especial de Empleo de San Juan de Dios) con una fotocopia del DNI, una fotocopia del libro de familia y un certificado de empadronamiento o de trabajo. Una vez en el centro, debe firmar un contrato-compromiso en el que se indica que recibe a modo de préstamo la silla con un número determinado y que la llevará instalada en el coche con una matrícula determinada y para un niño determinado. También se compromete a devolver la silla a los 9 meses y a

rellenar un cuestionario que la Consejería de Familia e Igualdad de Oportunidades utilizará para valorar el programa.

Mensualmente, el Centro Especial de Empleo, remite todos los contratos y cuestionarios a la Consejería de Familia e Igualdad de Oportunidades, que se encarga de registrar esos datos en la aplicación informática que ayuda a la gestión del programa, para así poder mandar al beneficiario una carta recordatorio de devolución 15 días antes de la fecha fijada, así como las cartas en caso de demora en la devolución de la silla.

Cuando una silla es devuelta al Centro Especial de Empleo, se entrega al usuario que devuelve la silla un recibo que justifique tal devolución, y se evalúa si la silla puede ser reutilizada. En este caso se limpia, se desinfecta y se prepara para su reutilización.

Todas las sillas son identificadas mediante un número que llevan en un adhesivo que se pega en un lateral del chasis. Ésta es la **única identificación** que tienen, y es ahí donde reside el **principal problema** ya que esas etiquetas no son perdurables en el tiempo, debido al deterioro que sufren por el uso (rotura, pérdida, etc.). Es habitual que una silla sea devuelta con dicha etiqueta arrancada o que simplemente, debido al continuo lavado y uso de la silla, la etiqueta sea ilegible.

Podría identificarse la silla con el nombre de la persona que la devuelve, pero el proceso no se encuentra informatizado y por tanto, la única manera de hacerlo sería un complicado proceso de búsqueda del contrato de compromiso en los archivos de la Consejería de Familia e Igualdad de Oportunidades y la re-impresión de la etiqueta con el número correspondiente.

Debido a esta complejidad, las sillas devueltas con etiquetas ilegibles, son automáticamente descartadas para futuros usos y sólo se utilizarán para aprovechar sus piezas como recambio de otras sillas defectuosas.

Ante esta situación, la Consejería de Fomento planteó un proyecto piloto utilizando RFid como una tecnología capaz de dar solución a este problema. Al no requerir visión directa para realizar la lectura, es posible grabar el número de identificación de la silla en una etiqueta RFid y colocarla en un lugar inaccesible, evitando así el desgaste de la etiqueta.

El primer paso del proyecto, consistía en la implantación de una experiencia piloto en Valladolid, para posteriormente extenderlo a todos los centros de distribución existentes en la comunidad (uno en cada capital de provincia y en Ponferrada). Así pues, Al finalizar la implantación se habrán codificado un total de 12.000 sillas.

Debido a la especial condición de los futuros usuarios del sistema (trabajadores con minusvalía psíquica), se diseñó un lector RFid a medida para la aplicación, ya que comercialmente todos los lectores consultados eran dependían de una máquina inteligente que lo gobernara, generalmente un ordenador, y por tanto necesitaban algún tipo de aplicación software para su manejo. Así, se diseñó un lector autónomo que únicamente mostraba en un *display* de 7 segmentos el número grabado en la etiqueta.



La experiencia piloto se puso en marcha el pasado mes de octubre de 2007 en el CEE San Juan de Dios en Valladolid. Los resultados fueron totalmente satisfactorios, ya que el sistema funciona a la perfección identificando las sillas con una etiqueta RFid.

La etiqueta de tipo Mifare® Ultralight (HF a 13,56 MHz) se incorpora a la silla en un lugar inaccesible para el niño, de manera que éste no pueda despegarla ni dañarla. El lector se ha incorporado a una mesa³⁰ dotada de ruedas para facilitar su portabilidad. Cuando la silla etiquetada se sitúa encima de la mesa, el lector muestra en la pantalla el número de la silla.

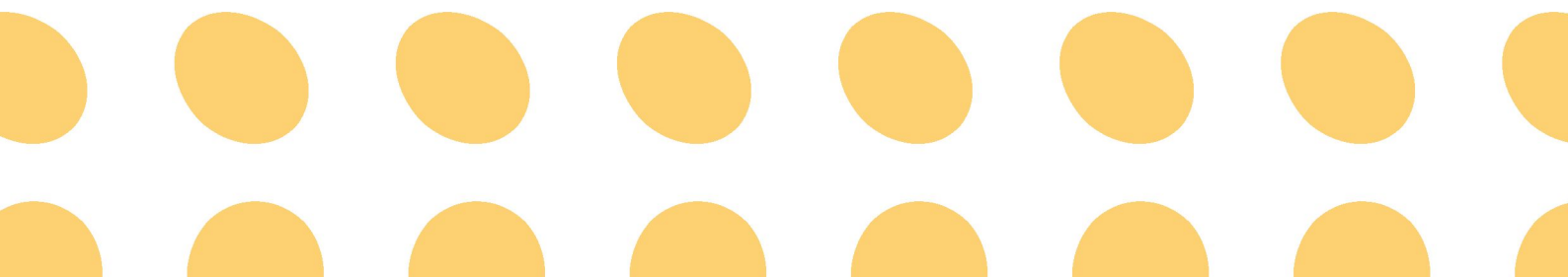
Figura 12: Aspecto del lector mostrando el número de silla



Las primeras impresiones de las personas encargadas del uso se refieren a la mayor comodidad de este sistema respecto al anterior, ya que antes, en muchas ocasiones había que “interpretar” los números escritos en las maltrechas etiquetas (por su defectuoso estado). Además, ahora no es necesario sacar la silla del envoltorio de plástico en el que se entrega, ya que el lector es capaz de leer el número sin desenvolverlas.

El siguiente paso consistirá en desplegar el sistema en otros 9 centros (Ávila, Burgos, León, Palencia, Ponferrada, Salamanca, Segovia, Soria y Zamora). Se desplegarán por tanto 10 lectores y cerca de 12.000 etiquetas RFid.

31 70 cm (largo) X 45 cm (ancho) X 95 cm (alto).



Con este proyecto se persiguen dos objetivos:

- Asegurar la identificación de las sillas, de modo que se pueda minimizar el número de sillas inutilizadas y desechadas por su imposibilidad de identificación.
- Establecer las bases para una futura automatización del proceso de préstamo que permita, desde la Junta de Castilla y León, un control total del inventariado de sillas, entradas, salidas, fechas límite, avisos de devolución (SMS), etc.

9.5 GRUPO LECHE PASCUAL

Sin duda, uno de los ejemplos de buenas prácticas más relevantes en la implantación de RFid en nuestra Comunidad es el caso de la empresa burgalesa “Grupo Leche Pascual”.

El Grupo Leche Pascual trabaja en proyectos relacionados con RFid desde el año 2005, cuando se adoptó el uso de esta tecnología para la gestión de la trazabilidad del huevo cáscara. El huevo cáscara es aquel huevo cuyo destino no es la venta al público, sino que es cascado para la posterior realización de otros productos, como por ejemplo flanes, tortillas, claras líquidas, etc.

El proyecto consiste en controlar la trazabilidad de los huevos desde que salen de la nave (una granja puede tener más de una nave). En todo momento se controla desde los servicios centrales los huevos que salen, de qué nave salen, quién los está cargando y quién los descarga.

Cada una de las cajas donde van los huevos tiene una etiqueta RFid UHF de Gen 1 (EPCglobal)³¹ que identifica unívocamente a cada una de ellas. A la salida de la nave se colocan unas antenas que leen las etiquetas de las cajas y envían esos datos al sistema informático de la granja, que después los envía al centro informático central. De esta manera se puede conocer en todo momento cuántos huevos salen y de qué nave ha salido cada uno (cada caja).

Los camiones de transporte, también cuentan con unas antenas con lector RFid, y así se puede controlar la hora de carga, la hora de descarga y qué camión ha transportado los huevos. El camión se conecta al sistema informático mediante Wi-Fi. De esta manera se consigue asegurar la trazabilidad de los productos y ahorrar costes al mejorar notablemente la logística interna.

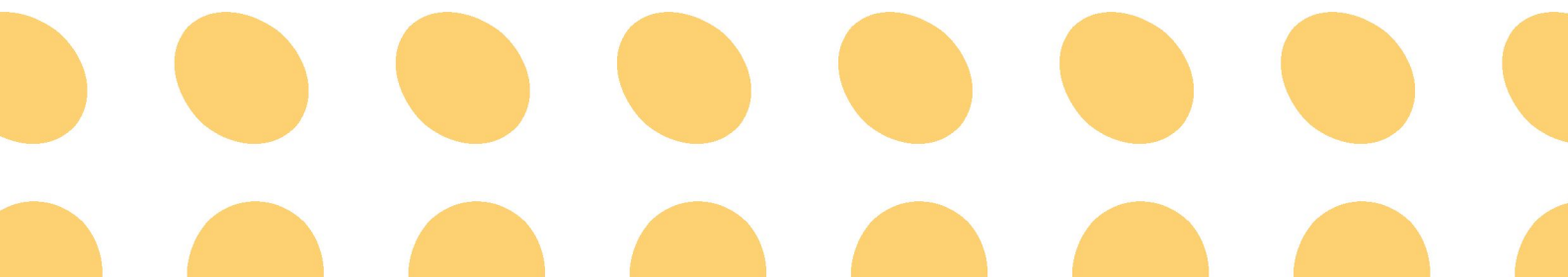
Dado el éxito de este proyecto, el Grupo Leche Pascual trabaja en el desarrollo de otro proyecto basado en RFid, para controlar la cadena de frío en los huevos que envían a las Islas Canarias.

³¹ Sin embargo, Alberto Sanz Rojo, Director de Desarrollo Industrial del Grupo Leche Pascual, explicó en el RFid Track'06 celebrado en Madrid en noviembre de 2006, que habían probado con Gen 2 y que los resultados fueron mucho mejores que con Gen 1, ya que se obtenía mayor velocidad de lectura.



La cadena de frío es uno de los aspectos más delicados en el transporte de alimentos y está sujeto a una estricta normativa. Así, el Grupo Leche Pascual, utilizara tags RFid activos con un termógrafo³² incorporado. El tag almacena periódicamente en su memoria (admite 64.000 registros) las lecturas de temperatura que hace (también periódicamente) el termógrafo. Esos datos son leídos y enviados (por GPRS, satélite, etc.) a la sede central, y así se tiene en todo momento el control de la cadena de frío, cumpliendo eficazmente la normativa.

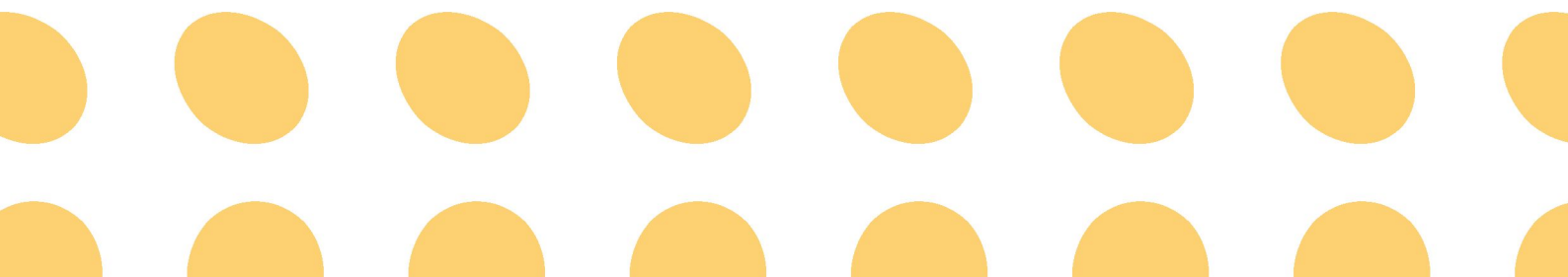
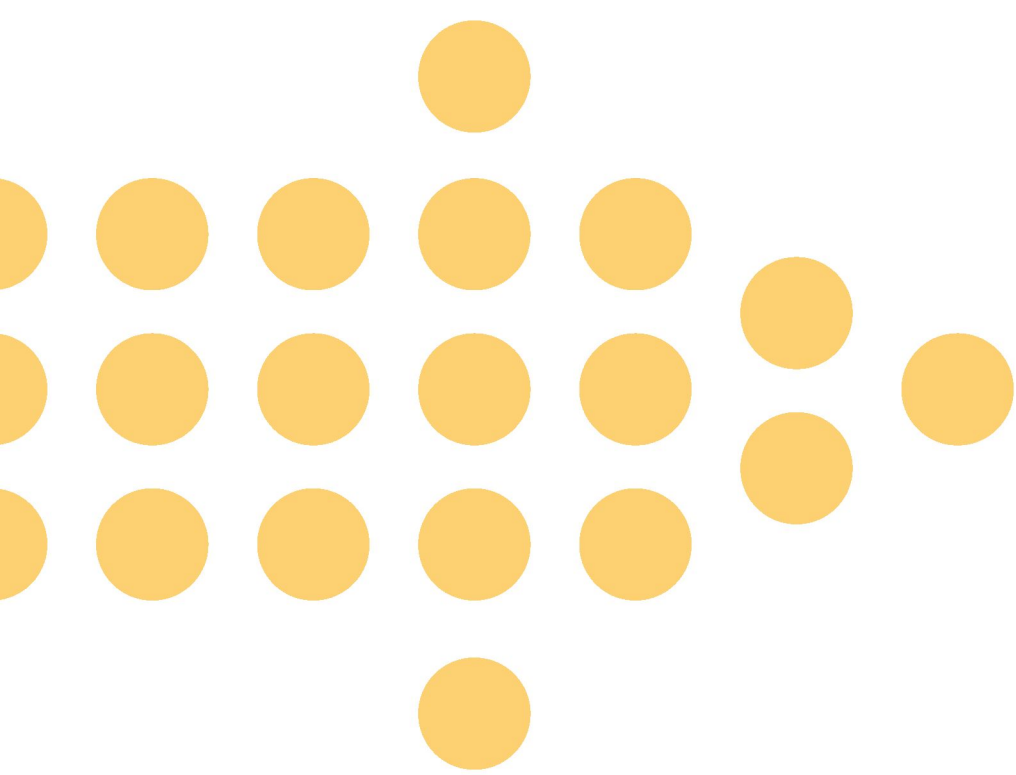
Alberto Sanz, Director de Desarrollo Industrial del Grupo Leche Pascual, en un artículo publicado en la revista *RFid Magazine* (nº 2,, Mayo-Junio 2007), afirma que la incorporación de RFid ha contribuido a mejorar el control de la calidad en las cámaras y la detección de errores en la cadena de frío.

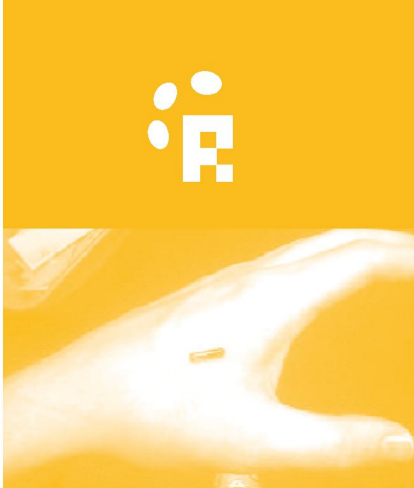




10. Líneas futuras





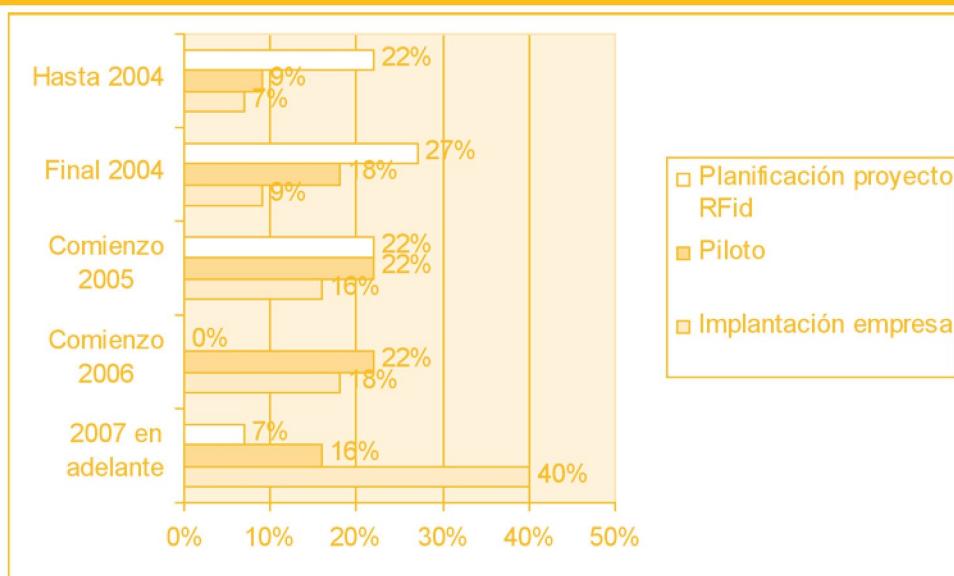


10. LÍNEAS FUTURAS

A pesar de que la mayoría de las empresas confiesa no tener en la actualidad un gran conocimiento sobre la tecnología de identificación por radiofrecuencia, admiten sus posibilidades de desarrollo y aplicación futura. De hecho, según un estudio realizado por la consultora tecnológica Accenture entre 50 empresas europeas, todas tienen prevista la implantación o planificación de proyectos RFid en su estructura y procesos.

La siguiente figura muestra estos resultados, que son quizá demasiado optimistas. Hay que asumir que estos resultados no reflejan una situación actual de los verdaderos planes de las empresas, sino simplemente un acercamiento al futuro de las empresas respecto a la tecnología. Dicho de otro modo, aunque no se trata de una planificación patente y efectiva, esperan y confían en adoptar la tecnología en el momento en el que se den las condiciones necesarias.

Figura 13: Perspectiva empresarial de la tecnología RFid



Fuente: Accenture

El porcentaje de empresas que ha planificado la adopción de RFid tanto a día de hoy como a largo plazo es muy elevado. Aunque no hay, en la mayoría de los casos, planes establecidos reales, con una fecha o plazo determinado, sí se tiene el convencimiento firme, a nivel general, de que RFid tendrá una importante presencia en el futuro de sus organizaciones.

La idea general es adoptar la tecnología cuando concurra una serie de condiciones favorables: que los resultados de costes sean menos gravosos y que sus infraestructuras estén mejor preparadas.

Según un estudio realizado por la consultora A. T. Kearney, entre todas las actuales iniciativas para adoptar RFid hay 3 líneas estratégicas diferentes:

- Aproximadamente un 60% de las empresas se están viendo “obligadas” por sus grandes clientes a implantar elementos de tecnología RFid. Es el caso de los principales proveedores de Wal-Mart y de Metro.
- Alrededor de un 35% de las empresas que están en proceso de implantación de la RFid, lo hace por considerarla una ventaja competitiva, y por ello estas empresas asumen los costes de esta implantación en sus previsiones, a pesar de que, en muchas ocasiones, el retorno del beneficio no está muy cercano.
- El resto de las compañías (5%) invierten en RFid de una forma muy orientada al beneficio, a efectos de ahorro de costes, de optimización de la gestión o de la mejora de la venta cruzada.

A la hora de implantar un proyecto RFid se suele distinguir tres fases comunes: preparación del proyecto, seguimiento y evaluación de logros.

En la fase de preparación es conveniente realizar un estudio de viabilidad del proyecto, evaluar los costes, seleccionar al personal que se encargará de la realización del proyecto, y establecer un calendario de ejecución.

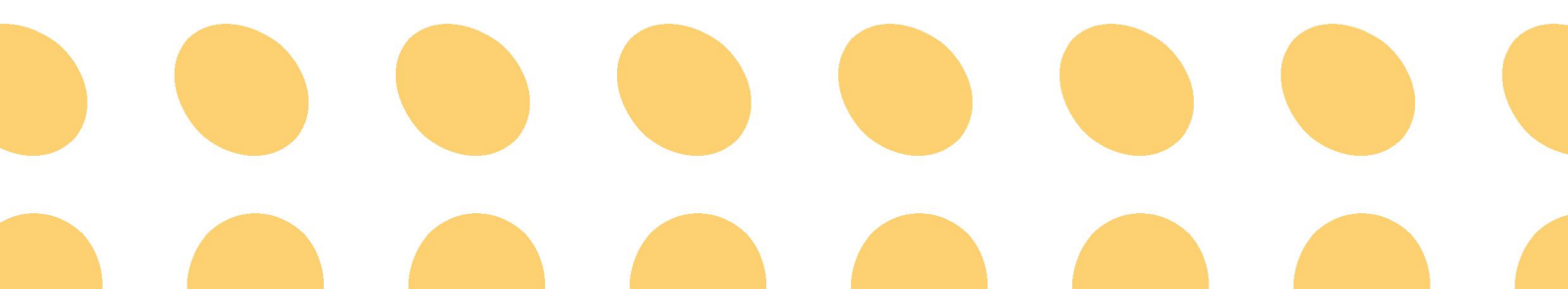
En la planificación del uso futuro de tecnología RFid se hace necesario tomar en consideración muchos inconvenientes; las soluciones a cada uno de ellos dependerán de las circunstancias específicas de la organización. RFid se debe implementar analizando los beneficios que pueda ofrecer y las funciones que pueda prestar en cada aplicación concreta.

Todas las áreas de una organización deberán evaluarse de manera independiente para determinar si la identificación por radiofrecuencia puede proporcionar funcionalidad adicional o resultados que no se alcanzan hasta el momento.

En el proceso de desarrollo para la implantación de un proyecto RFid se desplegará previamente un proyecto piloto que permita determinar el impacto de la nueva tecnología y el retorno de inversión del proyecto.

Al hacerlo, la organización debe evaluar si se puede hacer más eficiente un proceso mediante la automatización o si puede ayudar a sus clientes a tomar decisiones más dinámicas partiendo de los datos en tiempo real que RFid proporciona.

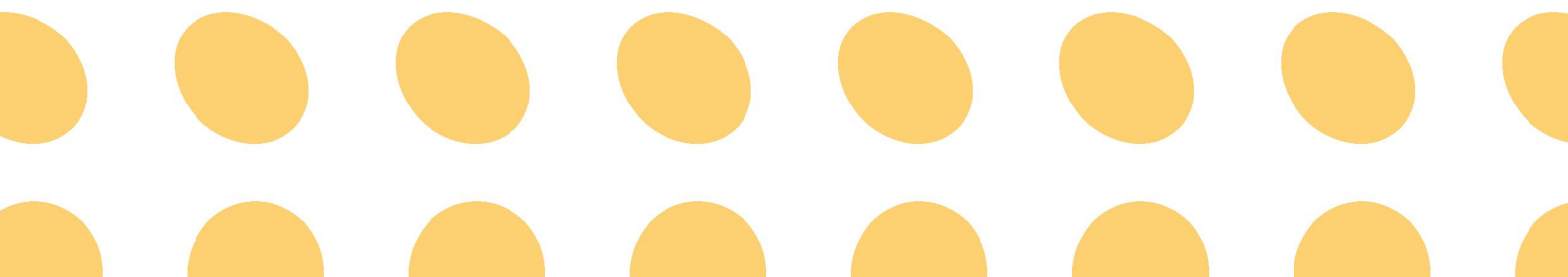
Si la evaluación de la experiencia piloto resulta positiva, el sistema se introducirá en el proceso de negocio. Para reducir el impacto de la introducción de la nueva tecnología, es



aconsejable comenzar la implantación en tareas sencillas e ir incrementando progresivamente la complejidad y la envergadura de las nuevas aplicaciones.

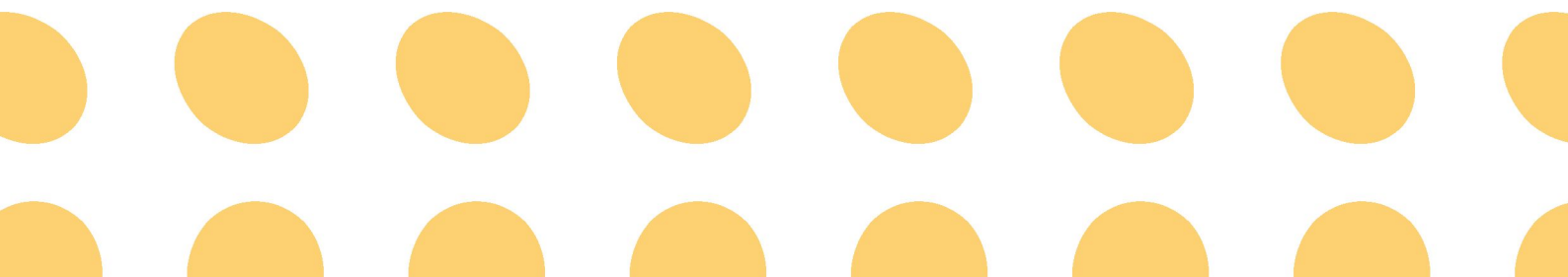
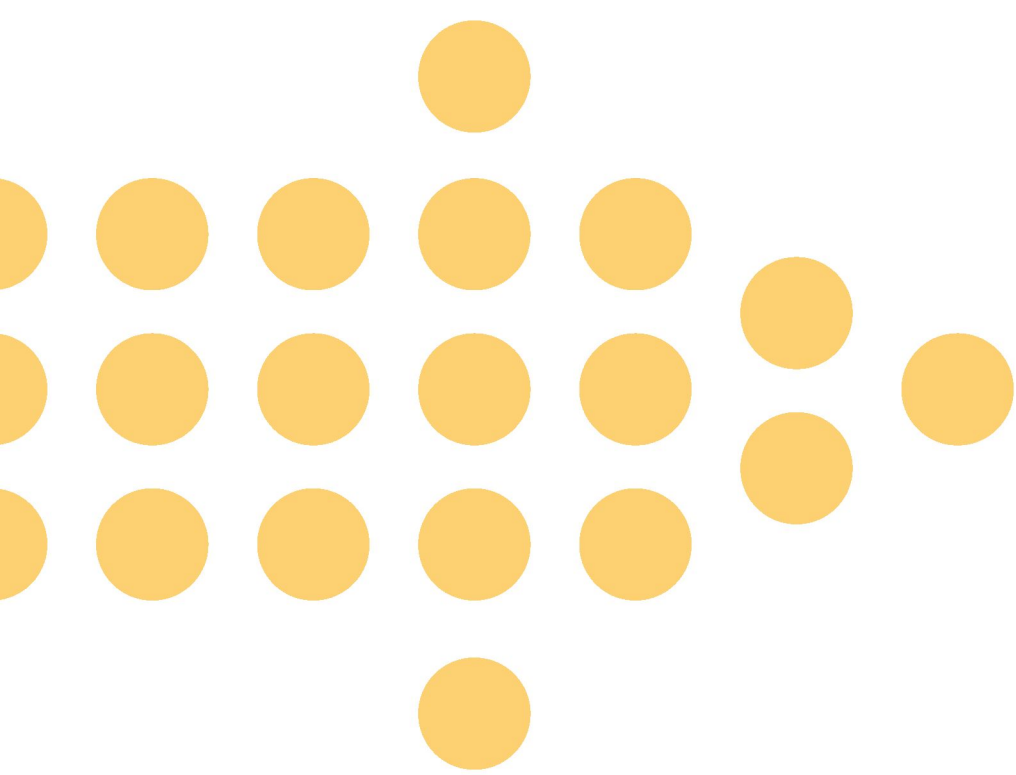
La fase de seguimiento tiene dos objetivos claros: controlar el grado de avance del proyecto y tomar decisiones en el caso de que se produzcan desviaciones sobre los plazos y costes previstos en la fase de preparación. Si se decide desarrollar plenamente proyectos iniciales de RFid también resultará fundamental comprender las capacidades de los socios para poder obtener la automatización.

Por último, una vez finalizado e implantado el proyecto, sería interesante analizar si cumple con los objetivos previstos y evaluar los beneficios que aporta.



11. Conclusiones







11. CONCLUSIONES

En este documento pretende ofrecer una descripción de la tecnología RFid, sus ventajas, sus posibles problemas, algunas de sus múltiples aplicaciones y los grandes beneficios que puede aportar su correcta implantación.

Como se ha visto, la identificación por radiofrecuencia no es una tecnología nueva (sus orígenes se remontan a mediados del siglo pasado), pero ha resurgido en los últimos años gracias a la miniaturización de los dispositivos y a la reducción de precios, y es ahora cuando más se está investigando e implantando a gran escala y cuando verdaderamente se están desarrollando las aplicaciones.

Las conclusiones más importantes a las que permite llegar este análisis de la tecnología RFid son las siguientes:

- Aunque sus orígenes se remontan a la Segunda Guerra Mundial, RFid es una tecnología joven y aún desconocida en ciertos aspectos, aunque a pesar de ello su uso se está expandiendo.
- Existe un optimismo generalizado en cuanto a las virtualidades de la tecnología RFid. Tanto las empresas que de algún modo han estado en contacto con la tecnología como aquellas otras que desconocen la mayor parte de sus aplicaciones, confían en su desarrollo tecnológico. Las empresas perciben un alto potencial para mejorar sus procesos pero, aún así, el conocimiento de éstas sobre RFid todavía es insuficiente.
- En relación con lo anterior las empresas no son aún conscientes de que los órganos directivos deben involucrarse plenamente en un proyecto de esta magnitud. No se debe considerar la tecnología RFid como una herramienta funcional, de carácter simplemente técnico. La implantación de RFid es una decisión de carácter estratégico que afecta a toda la estructura y planificación corporativa.
- El número de experiencias llevadas a cabo con la tecnología aún no es muy numeroso, pero el optimismo ante la realización de experiencias piloto y la adopción de la tecnología es elevado. Es previsible que en los próximos años se incrementen las inversiones en RFid dentro de las empresas.

En definitiva, RFid es actualmente una de las **tecnologías más prometedoras**, con un amplio campo de posibles aplicaciones y capaz de aportar grandes ventajas frente a las actuales técnicas de identificación, como el código de barras.

La identificación por radiofrecuencia utiliza tags legibles sin visión directa ni orientación precisa, permite la lectura simultánea de varios tags, comporta mayor capacidad de almacenamiento de información y mayor durabilidad (es más resistente a los cambios de temperatura, humedad, etc.) y posibilita la identificación única de cada ítem. Esta identificación única de cada artículo es posible a nivel mundial gracias al EPC (*Electronic Product Code*).

Aunque en principio la tecnología RFid se ha orientado al sector logístico (almacenamiento, distribución, etc.), puede aportar **beneficios** en cualquier campo relacionado con la identificación de personas (pacientes, trabajadores, ...), gestión de activos (inventario, activos reutilizables, seguridad), trazabilidad y control de procesos (fabricación, cadena de suministro, procesos asistenciales), aplicaciones avanzadas (localización, sensórica) y en general en cualquier aplicación que implique tareas de identificación.

Este gran potencial de aplicaciones ha motivado que la Junta de Castilla y León, dentro de las iniciativas que recoge la **Estrategia para la Sociedad Digital del Conocimiento de Castilla y León 2007-2013**, difunda y promueva el uso de RFid como una tecnología innovadora capaz de reportar grandes beneficios tanto al sector privado como al sector público.

En un futuro cercano, mientras la tecnología de RFid se esfuerza en superar sus actuales limitaciones y consigue una implementación más amplia, se utilizarán en general **sistemas híbridos** de código de barras y RFid. Las implementaciones progresivas del sistema RFid proporcionarán éxitos iniciales y mejorarán la curva de aprendizaje para los proyectos a gran escala.

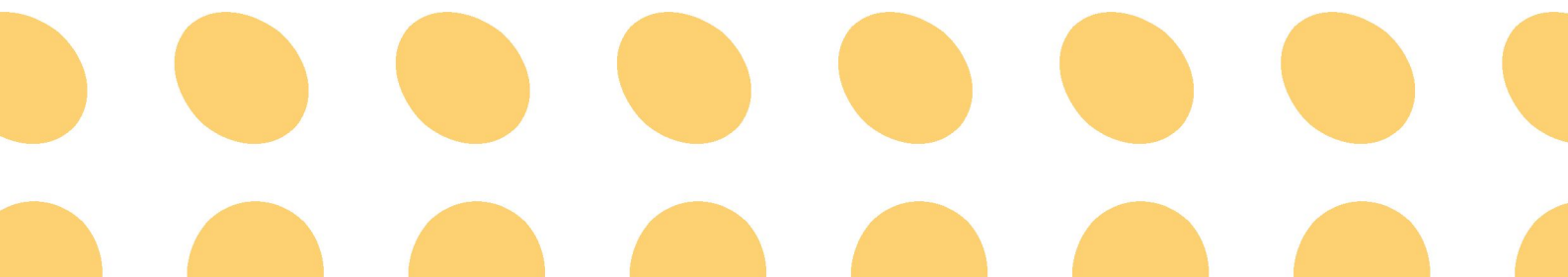
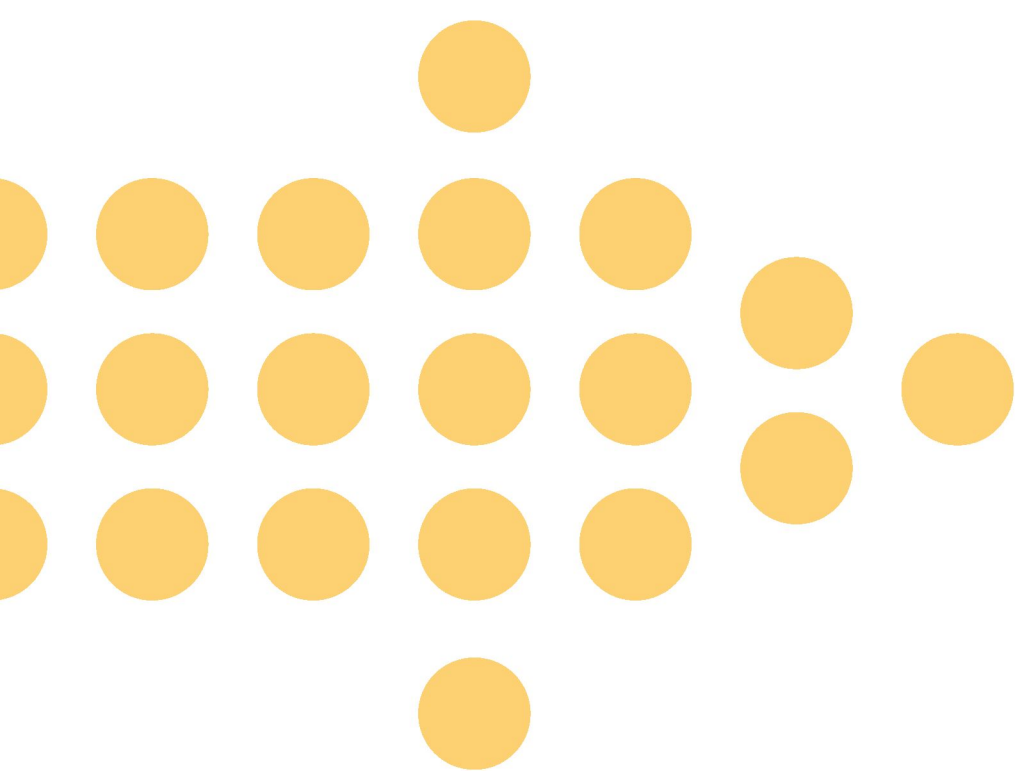
Las previsiones indican que, en diez o quince años, la tecnología RFid llegará a desplazar por completo al sistema de código de barras. A largo plazo, la identificación por frecuencia de radio se adoptará de forma generalizada y las organizaciones que hayan experimentado con esta tecnología obtendrán beneficios. Dichos beneficios, las mejoras en los plazos de entrega, en la precisión, en el flujo de información y en el ahorro en los costos, brindarán una **ventaja competitiva** a las organizaciones que hayan logrado incorporar esta tecnología de manera exitosa.

Gérald Santucci, Jefe de la Unidad “Empresas en red e identificación por radiofrecuencia – RFid” de la Comisión Europea, opina que los principales países del mundo deben aprender los unos de los otros sobre cómo el desarrollo de un entorno RFid puede maximizar los beneficios de la tecnología y sus aplicaciones para las administraciones públicas, empresas y consumidores.

Santucci, también opina que RFid no es simplemente una oportunidad para las grandes empresas o un reto político, sino que realmente está presente en nuestro entorno diario, queriendo expresar su convicción de que RFid no sólo beneficia a las empresas (en sus procesos) sino que también mejorará sustancialmente la calidad de vida de los ciudadanos y consumidores, siempre y cuando se garantice la privacidad, para lo que será necesario alcanzar estándares unificados que ofrezcan soluciones globales.

12. Anexos





ANEXO 1: ESTÁNDARES ISO RFID

Se incluye a continuación un cuadro con los distintos estándares definidos para RFid por ISO/IEC:

FRECUENCIA	
11784 11785 14223	Contienen la estructura del código de identificación por radiofrecuencia para animales. El estándar ISO 14223 detalla el interfaz aire entre el lector y el tag RFid basado en la condición de compatibilidad según la norma ISO 11784-5.
10536 14443 15693	Definen las características físicas, el interfaz aire y la inicialización, y los protocolos anticolisión y de transmisión de las tarjetas inteligentes (<i>"vicinity cards"</i> o <i>"smart cards"</i>). Estas tarjetas se pueden utilizar para una o múltiples aplicaciones (control de acceso, autenticación de usuarios, prepago).
10374	Especifica todos los requisitos de usuario para la identificación automática de contenedores de carga, incluyendo sistemas de identificación del contenedor, codificación de datos, criterios de rendimiento y seguridad.
15961 15962 15963	Estándares para las técnicas de identificación automática y adquisición de datos para gestión de objetos. Incluyen protocolo de datos, interfaz de aplicación, reglas de codificación de datos e identificación única.
Series 18000	Las normas ISO 18000 1-6 definen los parámetros del interfaz aire en las frecuencias aceptadas de forma internacional: 135kHz, 13.56MHz, banda UHF, 2.45GHz y 5.8GHz. La norma ISO 18046 se centra en métodos de prueba de rendimiento de tags y lectores, mientras que la norma 18047 se ocupa de los test de conformidad de dispositivos. Este estándar es similar al de EPCglobal. La serie ISO18000 se usa en conjunción con otros estándares de capas superiores que definen el resto de funcionalidades.

De las normas elaboradas por la ISO para las diferentes tecnologías de RFid, la familia ISO 18000, y más en concreto para la frecuencia UHF, la ISO 18000-6, establece un rango de frecuencias de 860MHz a 960 MHz y define el interfaz aire que permite comunicar las etiquetas y los lectores. Se puede ver en la siguiente tabla un resumen detallado de la serie ISO 18000 en función de la frecuencia:

FRECUENCIA	
18000 - 1	Parámetros genéricos para el interfaz aire en todas las frecuencias.
18000 - 2	Parámetros para el interfaz aire para comunicaciones por debajo de 135KHz.
18000 - 3	Parámetros para el interfaz aire para comunicaciones a 13.56MHz.



FRECUENCIA

18000 - 4	Parámetros para el interfaz aire para comunicaciones a 2.45GHz.
18000 - 5	Parámetros para el interfaz aire para comunicaciones a 5.8GHz.
18000 - 6	Parámetros del interfaz aire para comunicaciones desde 860 a 960 MHz. La ISO180006A y B especifican el interfaz aire para RFid pasivas en la banda UHF.
18000 - 7	Parámetros para el interfaz aire para comunicaciones a 433MHz.

ANEXO 2. NORMATIVA EUROPEA

En la siguiente tabla se recoge la normativa europea que afecta a las etiquetas RFid:

FRECUENCIA

EN 300 330	Sistema y equipos radio – Dispositivos de corto alcance. Características técnicas y métodos de testeo para equipos radio que funcionen en el rango 9kHz-25MHz y para sistemas de acoplamiento inductivo 9kHz-30MHz. La parte 2 está armonizada con EN bajo el artículo 3.2 de la directiva R&TTE. El estándar es relevante tanto para bajas frecuencias como para altas en RFID.
EN 300 220	Sistema y equipos radio - Dispositivos de corto alcance. Características técnicas y métodos de testeo para equipos radio que funcionen en el rango 25MHz-1000MHz con niveles de potencia hasta 500mW (Referencia – Recomendación ERC 70-03). La parte 3 está armonizada con EN bajo el artículo 3.2 de la directiva R&TTE. El estándar es relevante para UHF (433 MHz y 860-960 MHz) RFID.
EN 302 208	Dispositivos en frecuencia UHF a 100mW, 500mW y 2W en la banda 865.0 – 868.0 MHz, con canales de 200kHz y el protocolo “ <i>listen before talk</i> ” (LBT) (Referencia- Recomendación ERC 70-03, Anexo 11). La parte 2 está armonizada con EN bajo el artículo 3.2 de la directiva R&TTE. El estándar es relevante para UHF RFID. Esta disposición de canales para los países bajo la regulación ETSI permite operar a 2 W de ERP EN 302 208 define el modo de operación para RFID a frecuencias UHF. Aún no implementada en todos los países de la Unión Europea.
EN 300 440	Sistema y equipos radio - Dispositivos de corto alcance. Características técnicas y métodos de testeo para equipos radio que funcionen en el rango de 1GHz a 40GHz con niveles de potencia hasta 500mW (Referencia – Recomendación ERC 70-03).

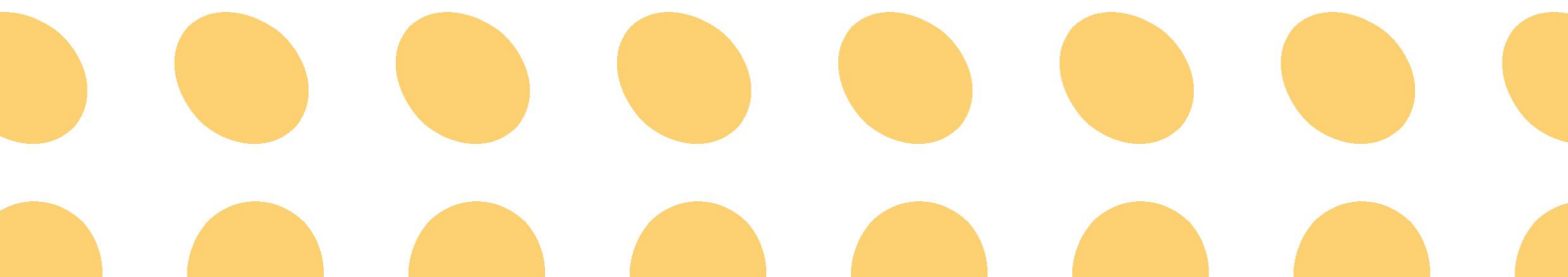
FRECUENCIA	
EN 302 328	Espectro ensanchado a 2,45 GHz- <i>Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters</i> (ERM); Sistemas de transmisión de banda ancha; Equipamiento para transmisión de datos en la banda de frecuencia de ISM, 2,4 GHz, y que usa técnicas de modulación de espectro ensanchado. La parte 2 está armonizada con EN bajo el artículo 3.2 de la directiva R&TTE. El estándar es relevante para RFID a la frecuencia de microondas de 2,45 GHz.
EN 300 674	<i>Dedicated Short Range Communication</i> (DSRC) a 5.8GHz- <i>ElectroMagnetic Compatibility and Radio Spectrum Matters</i> (ERM); <i>Road Transport and Traffic Telematics</i> (RTTT); Características técnicas y métodos de testeo para equipos de transmisión de tipo DSCR (500 kbit/s /250 Kbit/s) operando en la banda de frecuencia de 5.8 GHz perteneciente a la banda ISM.



ANEXO 3. CLASES DE ETIQUETAS

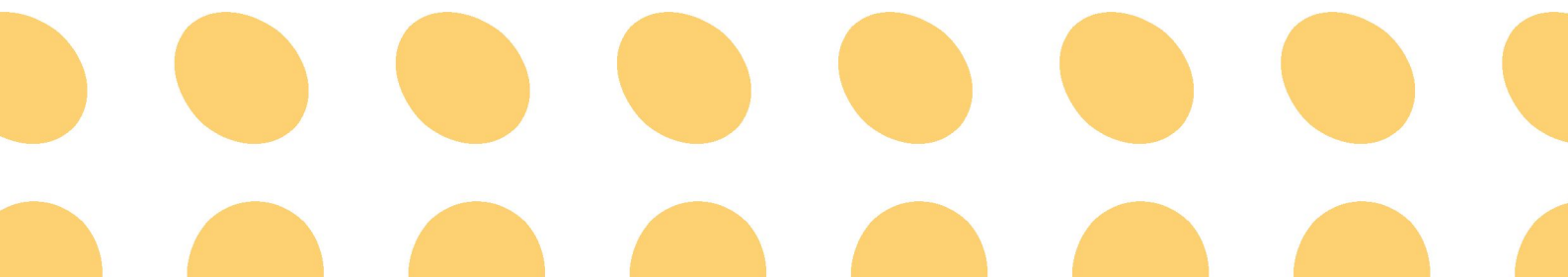
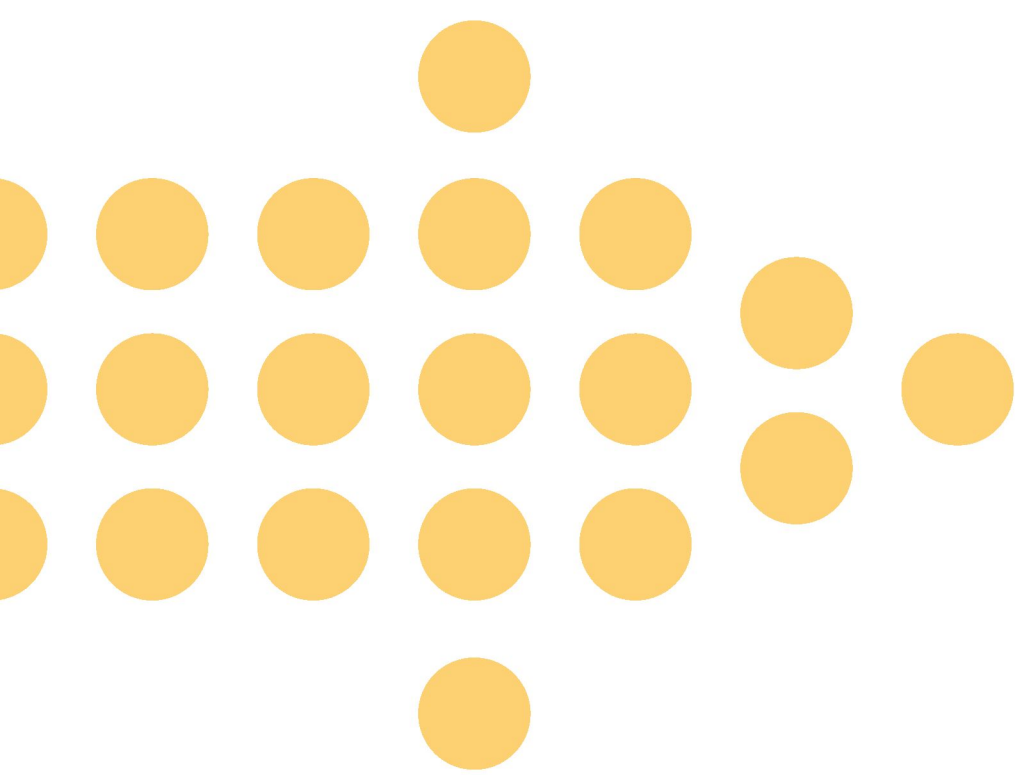
En total, las distintas clases de etiquetas hasta la fecha son:

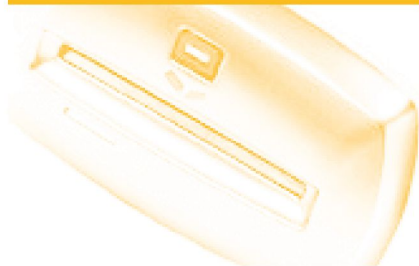
- **EPC Class 0 (UHF):** etiquetas de sólo lectura programadas durante el proceso de fabricación. Rango de alcance de 3 metros. Son las de menor coste.
- **EPC Class 1 (HF):** etiquetas WORM (*Write Once Read Many*) con una mínima memoria para almacenar el código EPC. Rango de alcance de 3 metros. Coste muy bajo.
- **EPC Class 1 (UHF):** etiquetas WORM (*Write Once Read Many*) con una mínima memoria para almacenar el código EPC. Rango de alcance de 3 metros. Coste muy bajo.
- **EPC Class 2 (UHF):** etiquetas pasivas programables con memoria de usuario, encriptación, etc. Rango de alcance de 3 metros. Coste bajo.
- **EPC Class 3 (UHF):** etiquetas semipasivas con memoria de usuario, encriptación, etc. Rango de alcance de 100 metros. Coste moderado.
- **EPC Class 4 (UHF):** etiquetas activas con memoria de usuario, encriptación, etc. Rango de alcance de 100 metros. Coste alto.



13. Referencias







REFERENCIAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] *Introducción a la identificación por radiofrecuencia - RFID. Fundamentos de la tecnología, áreas de aplicación, estándares EPC, diseño e implementación de pilotos y casos de éxito.* Electrónica Codificación S. A. - 2006.
- [2] *RFID Handbook.* Klaus Finkenzeller. Segunda Edición. Ed. Wiley.
- [3] *RFID: tecnología, aplicaciones y perspectivas.* Whitepaper series LIBERA.
- [4] *RFID: The Right Frequency for Government.* E-Government series. IBM center for the business of government. October 2005
- [5] *Radio-Frequency Identification (RFID): Drivers, Challenges and Public Policy Considerations.* DSTI/ICCP (2005)19/FINAL.
- [6] *An Introduction to RFID Technology.* IEEE. Marzo 2006.
- [7] *Estado de la Tecnología RFID y rentabilidad de las soluciones.* D. Eduardo García, Julio 2006.
- [8] *Sistemas RFID para optimizar el flujo de materiales y la logística.* D. Vicente Suárez. Julio 2006.
- [9] *Modelos Prácticos de Desarrollo de Soluciones con Tecnología RFID.* D. Jean Willemssen. Julio 2006.
- [10] *Modelos Prácticos de Desarrollo de Soluciones con Tecnología RFID.* D. Víctor Alvarado. Julio 2006.
- [11] *Identificación por frecuencia de radio (RFID) para el mundo real.* FKILogistex 2005.
- [12] *EPC / RFID: Hacia una nueva revolución en el comercio.* CETECOM 2006.
- [13] "Conozcamos el tag RFID". www.rfid-magazine.com. 18/05/2006.
- [14] *RFID: La Sigüiente Generación de AIDC.* Whitepaper de aplicación. Zebra Technologies.
- [15] *The Gen 2 Standard: What Is It, and What Does It Mean?* PAXAR and Monarch products and services.
- [16] *Estrategia Regional de la Sociedad del Conocimiento 2007-2013.* Junta de Castilla y León.
- [17] "Situación económica y social de Castilla y León en 2005". Consejo Económico y Social (CES) Comunidad de Castilla y León.
- [18] *Panorama actual y perspectivas de la identificación por radiofrecuencia en la empresa española.* Zaragoza Logistics Center y AECOC.
- [19] "Contabilidad Regional de España - Castilla y León. PIB a precios de mercado y sus componentes (oferta)". INE (Instituto Nacional de Estadística) INE Difusión: www.ine.es
- [20] *RFid en la prueba de Fuego.* Universidad Politécnica de Milán. 2006
- [21] *Guía para la implementación de sistemas RFid en la Administración Pública.* Centro Nacional para la informática de la Administración Pública del Gobierno Italiano (CNIPA). 2007

REFERENCIAS EN INTERNET

- [22] "RFID: Un futuro próximo". Tenea Global Services S.L. Diciembre 2004.
http://www.tenea.com/experiencia/whitepapers/WP_RFID.PDF#search=%22aplicaciones%20rfid%22
- [23] "RFID: mitos y realidades". Future Trends Forum. <http://www.ftforum.org/radiofrecuencia.htm>
- [24] "The Blocker Tag: Selective Blocking of RFID Tags for Consumer Privacy". Ari Juels, Ronald L. Rivest y Michael Szydlo. <http://theory.lcs.mit.edu/~rivest/JuelsRivestSzydlo-TheBlockerTag.pdf>
- [25] Comunicado de prensa de Air France.
[http://www.airfrance.com/double6/Y1/infogles.nsf/\(LookupPublishedWeb\)/es-NLPRL-060703etiket?OpenDocument](http://www.airfrance.com/double6/Y1/infogles.nsf/(LookupPublishedWeb)/es-NLPRL-060703etiket?OpenDocument). Julio 2006.
- [26] "RFID en el carrito del supermercado". <http://www.error500.net/rfid-carrito-supermercado>. Antonio Ortiz. Febrero 2006.
- [27] "RFID, el código de barras del futuro". <http://www.laflecha.net/articulos/ciencia/rfid/>. José Manuel Jimeno. Febrero 2004.
- [28] "IDTrack – Sure Identification & Traceability".
http://www.idtrack.org/sections/Technology/RFID_use/index.html/view
- [29] Siemens Global Website: http://www.siemens-itrn.com.ar/soluciones_servicios_especificos/rfid.htm
- [30] RFID Consultation Website. <http://www.rfidconsultation.eu>
- [31] Portal RFID-Spain. www.rfid-spain.com
- [32] Portal de MD Soluciones de Identificación sobre RFID: http://www.rfidding.com/3_noticias_rfid.html
- [33] IDTronix – RFID Solutions: <http://www.idtronix.com>
- [34] The RFID Facts: http://www.hightechaid.com/tech/rfid/rfid_facts.htm
- [35] <http://www.aecoc.es>
- [36] <http://www.rfidjournal.com>
- [37] <http://www.rfid-handbook.de>
- [38] <http://www.cescyl.es/informes/siteys.php>
- [39] http://www.conversion.com/pragma/documenta/cv/secciones/CV/ES/MAIN/IN/ARTICULOS/doc_38037_HTML.html?idDocumento=38037
- [40] http://www.idtrack.org/sections/Technology/RFID_basics.pdf#search=%22componentes%20RFID%22
- [41] <http://www.it.uc3m.es/jmb/RFID/rfid.pdf#search=%22animales%20con%20RFID%22>
- [42] http://www.apie.es/ver_nota.html?id=3350
- [43] <http://www.amipem.net/rfid.html>
- [44] http://rf-id.com/6information/rfid_info_techexplained.htm
- [45] <http://www.epcglobalsp.org/EPCNoticias/frecuencias>
- [46] <http://www.epcglobalsp.org/standards/Tags/EPCglobalClass-1Generation-2UHF RFIDProtocolV109.pdf>
- [47] http://www.gs1.org.ar/epc/boletin11/epc_anuncia.htm

- [48] <http://www.gs1ec.org/epc.shtml>
- [49] <http://www.shellsec.net/articulo/rfid-productos/>
- [50] http://europa.eu.int/spain/publicaciones/ccaa/1999/castilla_leon/Cast-Leon.html
- [51] <http://www.diarioti.com/gate/n.php?id=12183>
- [52] http://www.consultoras.org/frontend/plantillaAEC/noticia.php?id_noticia=3751
- [53] http://www.computing.es/Actualidad/Noticias/Informática_profesional/Empresas/20041028059
- [54] <http://www.stockholmsforsoket.se/>
- [55] http://www.aidacentre.com/doc/3_conferencia_iir_sobre_rfid.pdf
- [56] <http://www.roadbeacon.com>

COLABORACIONES

- Gérald Santucci. Jefe de la Unidad “Empresas en red e identificación por radiofrecuencia RFid” de la Comisión Europea.
- Pablo Pérez Robla. Coordinador del proyecto “León, Ciudad Digital”. Instituto Leonés de desarrollo económico, formación y empleo. Ayuntamiento de León.
- Juan Francisco Nieto Pajares, Jefe de Servicio de Informática del Hospital Nuestra Señora de Sonsoles de Ávila.

