

Análisis de los beneficios de la identificación por radiofrecuencia en un centro de distribución textil colombiano

Analysis of the radiofrequency identification benefits in a colombian textile distribution center

Efrén Darío Acevedo Cárdenas¹, MIE(c); Javier Eduardo Arias Osorio²,
Ma; Jorge Hernando Ramón Suarez³, MSC

¹ Ingeniero electrónico, grupo de investigación CPS Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga-Colombia, efrenacevedoc@gmail.com

² Docente Investigador, grupo de investigación OPALO, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga-Colombia, jearias@uis.edu.co

³ Docente Investigador, Grupo de Investigación CPS, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga-Colombia, jbramons@uis.edu.co

Fecha de recepción: 24/11/2014 Fecha de aceptación del artículo: 10/02/2015

Resumen

La identificación por radiofrecuencia compite con la identificación utilizando códigos de barras en la gestión de la cadena de suministro. Analizar los beneficios de RFID frente a su inmediato competidor en la gestión logística es la tarea propuesta en el desarrollo de este artículo; para lograr el objetivo, se planeó y ejecutó una prueba piloto de acuerdo a la logística actual de una empresa colombiana distribuidora de textiles. Durante la prueba piloto se realiza el análisis técnico de la implementación de la tecnología RFID y se efectúa un estudio comparativo de los beneficios entre código de barras y RFID. Finalmente, se demuestra que los beneficios económicos de RFID superan las expectativas de la empresa y se sustenta la viabilidad técnica de la implementación en dicho escenario.

Palabras clave

Cadena de Suministro, CEDI, ERP, RFID.

Abstract

The radiofrequency identification competes with the barcode in the management of the supply chain. To analyze the RFID benefits against its nearest competitor in logistics management is proposed in the development of this article, to achieve the goal we planned and executed a pilot according to the

actual logistics of textile dealer. During the pilot technical analysis of the implementation of RFID technology is performed and a comparative study of times between barcode and RFID. Finally, it can be demonstrated that the benefits exceed the expectations of the company and from technical point of view; the implementation is feasible in this scenario.

Keywords

CEDI, ERP, RFID, Supply Chain.

1. Introducción

La tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) se ha establecido desde sus inicios como una herramienta de vanguardia para la gestión logística de la cadena de suministro, reemplazando en muchos aspectos los códigos impresos en productos, por tal motivo, el creciente número de organizaciones que han contemplado la adopción de RFID deben evaluar el impacto económico de la tecnología en sus labores cotidianas contra el beneficio obtenido por ella.

La RFID es una tecnología de captura e identificación automática de información contenida de forma individual en etiquetas electrónicas “tags”; cuando las etiquetas pasan a través del campo electromagnético generado por la antena conectada al

dispositivo de lectura (Reader), el Reader envía una señal codificada, a la cual el tag responde con la información almacenada en su memoria y luego se transfieren los datos a los sistemas de gestión de la empresa [1].

Desde el lanzamiento de RFID como herramienta de gestión de la cadena de suministro, un buen número de organizaciones han sido partícipes en investigaciones orientadas hacia la innovación tecnológica en el sector logístico [2],[3]; mediante los principales aportes que se generan a partir de la evaluación en escenarios reales, se ha evidenciado que RFID crea habilidades competitivas en las empresas donde se implementa [4], entre las que se destacan: la sustitución de la mano de obra a través de la automatización de procesos, reducción de tiempos en labores, información en tiempo real y prevención de pérdidas y/o hurtos [5],[6].

Estudios actuales, demuestran que los centros modernos de almacenamiento de productos carecen de una tecnología que se adapte a la exigente dinámica de los mercados globales para consigo generar ventajas competitivas [7], este es el principal motivo para que una empresa nacional como COMERTEX S.A. se interese en la investigación de los potenciales beneficios de RFID aplicados a la logística relacionada con el sector textil.

El punto de partida para comparar las mejoras logísticas en COMERTEX S.A. está sustentado en que actualmente la mayor parte de los procesos se realizan utilizando plantillas que son formalizadas manualmente en cada una de sus actividades, aunque, es importante resaltar a su vez que antes de la evaluación de la tecnología RFID ya se había iniciado un proceso de etiquetado con códigos de barras para algunas líneas de productos; la no homogeneidad en la codificación utilizada en la identificación de productos de los distintos proveedores obliga a la empresa a usar un código propio para sincronizar la logística interna.

Entre las tecnologías RFID y código de barras, la primera brinda ventajas en diferentes aspectos entre los que se destacan los siguientes: no requiere línea directa de vista entre el lector y la etiqueta,

ofrece mayor velocidad de lectura, así mismo brinda mayor capacidad de almacenamiento, múltiples escrituras de información, seguridad en la información y mayor durabilidad [2]. Por otra parte, las principales desventajas de la tecnología RFID frente al código de barras son los costos de las etiquetas y problemas técnicos relacionados con la propagación de ondas electromagnéticas [8].

Reducir los costos de implementación y determinar métricas para calcular el retorno del capital invertido en la tecnología RFID se hace una tarea crítica y desafiante [9]. El análisis económico de la implementación de RFID que se plantea en éste artículo tiene el objetivo de dar a conocer los beneficios monetarios reflejados en el rápido retorno del capital invertido. Además, se presenta información relevante para dar a conocer los beneficios cualitativos que se evidenciaron en el proceso de evaluación de dicha tecnología.

La logística actual de COMERTEX S.A. se ajusta a patrones propios del sector textil colombiano. Durante el proceso de levantamiento de información se encuentran falencias relacionadas con la no estandarización de los códigos adheridos a los productos entre los distintos fabricantes y etiquetas que simplemente no contienen información para la captura electrónica de datos. Las limitantes en las labores de almacenamiento se sustentan principalmente en la no homogeneidad en los diámetros de los rollos, principalmente en las líneas de productos tejidos (los procedimientos de control de calidad obligan al fabricante a recortar la tela donde se encuentren los defectos de fabricación). Por otra parte, en el sector de las confecciones existen modas, el resultado de estas tendencias se refleja en unidades de referencia única de productos dentro del inventario que ocupan espacio y que posiblemente no saldrá al mercado nuevamente.

La experiencia piloto de RFID se realizó durante un mes en paralelo con la operación cotidiana de la empresa, donde se llevaron a cabo estudios de tiempos en los principales procesos logísticos (recepción, alistamiento, despacho e inventario de mercancías). Los principales aportes de la inves-

tigación, son efectuados por parte de personal técnico-científico de la Universidad Industrial de Santander junto con miembros de la empresa COMERTEX S.A; el proceso de evaluación se respalda con herramientas académicas de software creadas especialmente para la experiencia piloto.

A continuación se presenta la estructura de la experiencia piloto, se detalla el análisis de los gastos en la operación con la tecnología, y posteriormente, se concluye con el análisis de la relación costo-beneficio en la implementación de la tecnología RFID para la empresa.

2. Materiales y métodos

El modelo implementado en la experiencia piloto se formaliza con el levantamiento de información de los principales procesos, a través de entrevistas con el personal de logística de la empresa y trabajos de grado relacionadas directamente con la empresa (formalizadas por estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander). El objetivo es ajustar las necesidades básicas en cada uno de los procesos. En el trabajo de grado [10], se plantea la necesidad de mejora de los procesos de COMERTEX S.A., además, se proponen modelos que se ajustan a los escenarios a evaluar en la empresa. Por otra parte, en el trabajo de grado [11] se establece un conjunto de prácticas estandarizadas para el proceso de alistamiento, de aquí se toman algunas de las conclusiones para ajustar los procesos dentro del escenario de evaluación.

El modelo de evaluación se soporta en tres componentes:

- El modelo logístico.
- Requerimientos técnicos en torno a la tecnología RFID.
- Los parámetros que envuelven el análisis financiero.

A continuación, se enfatiza en cada uno de los aspectos relevantes en la evaluación de la implementación RFID en un centro de distribución textil acorde con la logística del sector textil colombiano.

2.1 Modelo Logístico

Realizado el levantamiento de información se formaliza el diagrama de procesos y procedimientos a evaluar; se incluye el control de entrada y salida de productos, y el sistema de inventarios piloto. Se hace el desglose de cada uno de los procesos y se establece el orden en que se debe desarrollar dentro de la experiencia piloto.

2.1.1 Control de entrada de producto

El proceso de control de entrada de productos se inicia con la orden de compra del producto que es generada por parte de un miembro de la empresa (área de compras), cuando el proveedor envía la mercancía, se toma la orden de compra y la factura para comprobar la validez de la transacción, luego del procedimiento de comprobación se genera el conjunto de etiquetas con un identificador electrónico único para cada artículo.

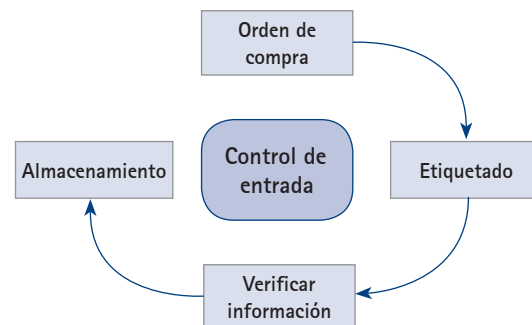


Figura 1. Control de entrada de producto.

Con la mercancía etiquetada, se actualiza el inventario al hacer pasar los productos por el portal de entrada (sistema diseñado para validar automáticamente la información) y al finalizar la validación de la información se asigna la posición dentro de la bodega donde se debe almacenar el producto de acuerdo con las políticas de almacenamiento de la compañía.

2.1.2 Control de despachos de productos

Cómo se ilustra en la Figura 3, el proceso de venta y despacho de productos inicia una vez el vendedor genera el reporte de la cantidad de productos que se debe enviar al cliente, el administrador de la

bodega asigna el auxiliar responsable del proceso de alistamiento. Dentro del proceso de alistamiento, la tecnología de RFID se utiliza como herramienta de búsqueda en algunos escenarios donde se encuentran hasta doscientos productos en un espacio de almacenamiento de dos metros cúbicos (ver Figura 2). Terminado el proceso de alistamiento, se valida la información de los productos salientes al pasar a través del portal salida.



Figura 2. Cajonera con rollos de 5 a 10 centímetros de diámetro

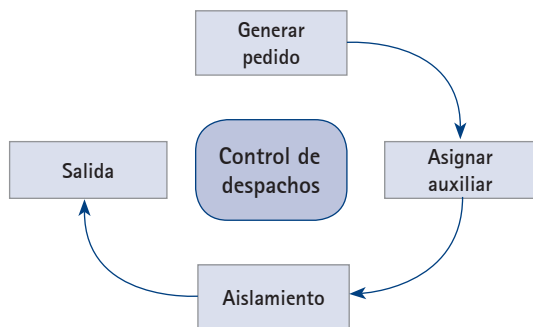


Figura 3. Control de salida de producto.

2.1.3 Control de inventario

Se inicia el control de inventarios con la planeación de la hoja de ruta de la actividad, esto involucra revisar las características y la cantidad de los productos a inventariar, así como el auxiliar responsable de cada elemento que compone la actividad. Cada persona asignada al proceso realiza las actividades correspondientes, la información se reporta automáticamente en el sistema de información luego de realizar el proceso de captura por medio de lectores manuales, es decir, la actividad puede ser monitoreada en tiempo real.

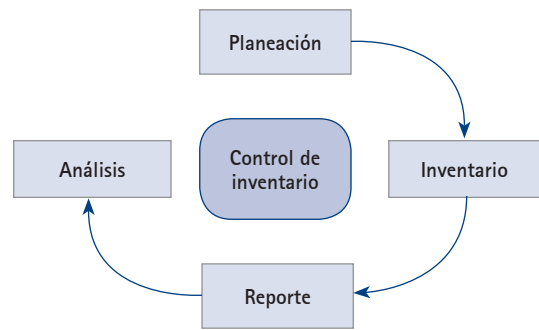


Figura 4. Control de inventario.

El control de inventarios culmina con el análisis de datos y al comprobarse posibles errores se debe corroborar la información. Ver Figura 4.

2.2 Modelo Técnico

El diseño técnico se formaliza partiendo de un conjunto de conocimientos experimentales y conceptuales adquiridos en el testbed de procesos logísticos de la Universidad Industrial de Santander, allí se estudian los posibles escenarios de evaluación durante la experiencia piloto (Ver Figura 5); en el diseño experimental se involucró análisis requeridos para la integración tecnologías dentro de un sistema logístico considerando parámetros como tipo de antenas y su ubicación, estrategia de lectura de etiquetas, efectos y niveles atenuación de las señales de radio, volumen y tiempos de lectura.

Para la evaluación de la tecnología dentro de COMERTEX S.A., se emplea una combinación de técnicas teórico-experimentales de optimización de lecturas en portales, tales como las que se presenta

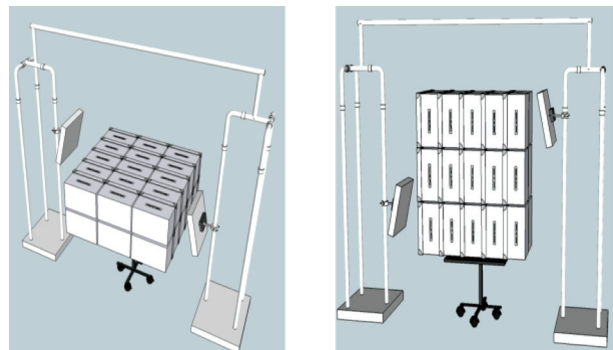


Figura 5. Prueba de lectura en laboratorio

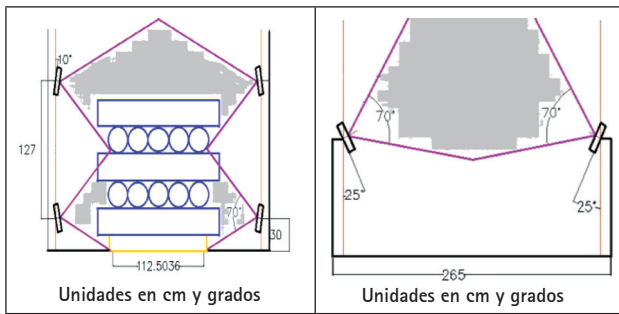


Figura 6. Portal salida (vista frontal y superior)

en [12] y [13], donde se evidencian resultados sobre la potencia ideal y dirección de cada una de las antenas del portal de lectura (entrada y salida).

Es importante resaltar que en el caso de implementación de la experiencia piloto en COMERTEX S.A. los dos escenarios donde se ubican los portales son desiguales y se validan los dos modelos técnicos (diferentes orientaciones de antenas y distintos niveles de potencia en cada caso). Ver Figura 6 y Figura 7.

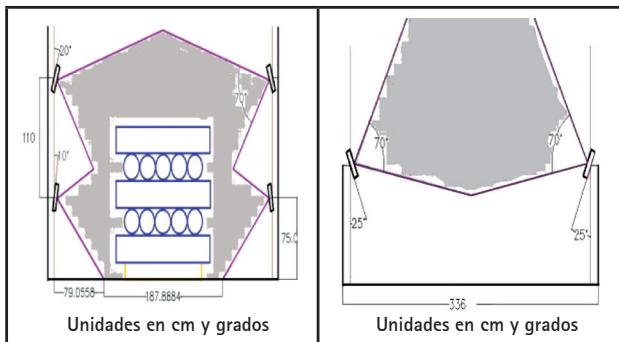


Figura 7. Portal de entrada (vista frontal y superior)

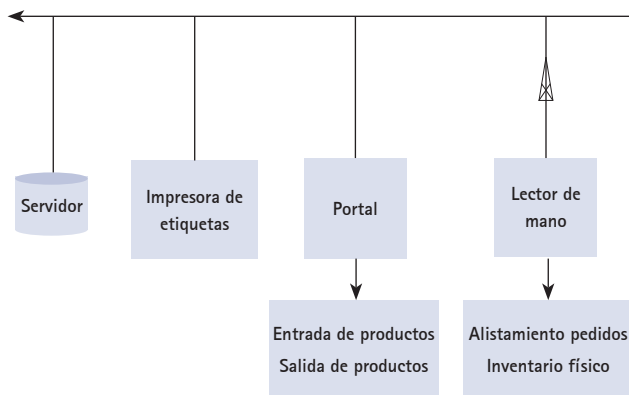


Figura 8. Modelo técnico de la prueba piloto.

Para analizar los posibles problemas de interferencia electromagnética que se pueden presentarse dentro del escenario, examinamos el espectro electromagnético durante el transcurso de un día previo al inicio de la experiencia piloto; al finalizar la jornada de medida, no se encontró posibles interferencias en la banda comprendida entre los 902 y 928 MHz (UHF RFID); según la regulación del espectro colombiano la tecnología RFID se regula bajo las mismas directrices de la FCC. Como resultado final del análisis técnico, se determina la factibilidad de la implementación de la tecnología RFID en las instalaciones del centro de distribución textil.

2.3 Análisis de la inversión

La información detallada de la relación costo-beneficio para el caso de implementación de RFID dentro del centro de distribución se muestra a lo largo del presente trabajo. En el análisis se proyectan algunos porcentajes de crecimiento económico de acuerdo a las tendencias en el incremento del salario mínimo y los costos de los principales insumos para la operación con la tecnología. La información consignada se establece como el resultado de la evaluación de la experiencia piloto con las tecnologías e información suministrada por parte del personal de la empresa. Los valores que se presentan a continuación se expresan en porcentajes con respecto del total del valor de la inversión inicial, esto se debe principalmente a la sensibilidad de los datos reales de la empresa.

2.3.1 Inversión inicial

Para el estudio de la inversión inicial se ha proyectado el costo de cada uno de los recursos de materiales y de software necesarios en la operación con la tecnología de captura automática de datos. La inversión inicial se planea de acuerdo con la visión del personal encargado de logística de la empresa y se soporta en cotizaciones obtenidas de empresas nacionales proveedoras de los equipos RFID. Ver tabla 1.

Tabla 1. Resumen de la inversión inicial

	RFID	C. BARRAS
Equipos	48,70%	9,85%
Etiquetas	20,52%	1,31%
Software	16,42%	8,21%
Servicio	8,21%	4,10%
Conectividad	6,16%	6,16%
Inversión	100%	29,63%

Según el estudio, la inversión inicial en RFID supera en más de un trescientos por ciento la inversión inicial proyectada para la implementación de Código de Barras. Cerca del setenta por ciento de la inversión inicial se concentra en el costo de los equipos y de las etiquetas en la tecnología RFID, mientras que la inversión en equipos y etiquetas para la implementación de código de barras apenas alcanza el once por ciento de la inversión inicial en RFID.

2.3.2 Inversión anual

La inversión anual proyectada para cada tecnología se sustenta en los costos del recurso humano necesario para la toma de inventario y los costos de materiales e insumos necesarios para la operación con cada una de las tecnologías.

La inversión anual en la tecnología RFID es superior a la inversión anual para el código de barras debido al costo de cada tag. La estrategia de análisis de los costos en la posible adopción de tecnología RFID, se fundamenta en los costos que implica la toma de inventarios con código de barras y en el costo anual de etiquetas. Ver Tabla 2 y Tabla 3.

Tabla 2. Inversión anual RFID.

	Total*	Total anual
Recurso Humano	0,70%	6,67%
Etiquetas	9,43%	90,45%
insumos	0,30%	2,88%
Total	10,43%	100,00%

Total*: Hace referencia al porcentaje de inversión anual comparado con los costos iniciales.

Soportados en la información fruto de la experiencia piloto, en el caso de la inversión anual en la tecnología de código de barras ocurre todo lo contrario que con la tecnología RFID; los costos de los recursos humanos son significativamente mayores a los gastos en materiales e insumos necesarios para la operación con código de barras.

Tabla 3. Gasto anual Código de barras

	Total *	Total anual
Recurso Humano	8,80%	90,00%
Etiquetas	0,78%	8,00%
insumos	0,20%	2,00%
Total	9,78%	100,00%

Total*: hace referencia al porcentaje de inversión anual comparado con los costos iniciales.

Para el caso de Código de barras, el gasto anual para la toma de inventarios se acerca al diez por ciento de la inversión inicial comparando con la inversión inicial en RFID, viéndose altamente influenciada por el factor recurso humano que alcanza un noventa por ciento en cada año.

3. Análisis de resultados

Realizada la experiencia piloto se evidencian los dos principales beneficios de la tecnología dentro de la empresa. En primer lugar los procesos de toma de inventarios actuales son extensos y tediosos debido a la gran cantidad de referencias de productos que se manejan y a la estructura en el manejo de la información. En segundo lugar, el factor número de referencias influye manera inversa sobre el tiempo requerido para la toma de inventarios y es a su vez un punto clave para el problema de optimización de espacios de almacenamiento.

3.1 Beneficios en toma de inventarios

La información del valor actual que se condensa en los datos para la toma de inventarios corresponde a valores reales recopilados en el proceso de captura de información en los periodos comprendidos entre los años 2012 y 2013. Los datos reales de tiempos se relacionan con la información tomada

durante la experiencia piloto, allí se determinan los períodos promedio en toma de inventarios para RFID y código de barras. Los resultados que se evidencian en la evaluación de las tecnologías arrojan una reducción en la inversión en recursos humanos en cerca del noventa por ciento para la toma de inventarios con RFID frente a la toma con Código de Barras.

También se estimó la reducción de personal para cada una de las operaciones cotidianas y es allí donde la tecnología RFID toma ventaja frente al Código de Barras, debido a que los portales automáticos de verificación de entrada y salida de producto reemplazarían al personal encargado de dichas labores. De acuerdo a la información tomada, estimamos que los beneficios de en toma de inventarios sean de alrededor del 14 % de la inversión inicial para cada año.

3.2 Beneficios en almacenamiento

Es importante resaltar que la principal herramienta que soporta la optimización de los espacios de almacenamiento es el sistema de administración de la información de la bodega. Para el caso de COMERTEX S.A., la tecnología RFID muestra ventajas sobresalientes en los problemas actuales de almacenamiento. En el sector textil las dimensiones de los productos no son homogéneas (diámetros de los rollos varían desde 4 centímetros hasta 60 centímetros aproximadamente), por ende repercute en los procesos logísticos del centro de distribución.

Actualmente, la compañía utiliza el 75 % de su capacidad total de almacenamiento por la forma en que llevan a cabo labores logísticas y limitantes que obedecen a la no homogeneidad en las dimensiones de los productos, además, el espacio no utilizado es dependiente también de los productos de referencias donde no existe la cantidad suficiente de productos de una misma conjunto para suplir el espacio en una cajonera (ver Figura 9).

Según la evaluación, RFID optimiza el espacio total de almacenamiento en cerca de un noventa y ocho por ciento gracias a que se puede mezclar un sinnúmero de referencias en un mismo espacio;



Figura 9. Descripción gráfica del problema de almacenamiento.

esto sustentado en los beneficios mostrados en la captura de información para los procesos de alistamiento e inventarios.

3.3 Comparación de resultados

Los resultados más relevantes del trabajo investigativo, se reflejan sobre los procesos de captura de información en producto para el proceso de toma de inventarios y la eficiencia en el proceso de almacenamiento de productos de distintas referencias. No se puede descartar que se examinaran distintos escenarios (control de entradas, control de salidas y alistamiento) en donde la mejora en cada uno de los procedimientos fue evidente, pero no se logró cuantificar debido a la complejidad de los variables a analizar. Por ejemplo, los procesos de alistamiento con tecnología RFID se harían de forma eficiente ya que no se necesita línea directa de vista para aproximar la posición del artículo asignado al pedido. Por otra parte, la comprobación automática de información con ayuda de los portales es una ventaja para control de posibles hurtos.

3.3.1 RFID versus código de barras en el proceso de toma de inventarios

Según la información que se ha manipulado hasta el momento, se estima que los gastos anual para el caso de RFID supera en un veinte por ciento la gasto anual en código de barras y se refleja claramente que la gasto en recurso humano durante la captura de información con RFID es considerablemente baja con respecto a la necesaria en la operación con código de barras.

Comparando los costos de operación anual actual con los costos de la operación con RFID que alcanza el 10 % de la inversión inicial para la misma, frente a los beneficios anuales que llegan al 14 % de la inversión inicial; claramente se expone el beneficio es positivo e igual al 4 %. Teniendo en cuenta el importante beneficio de RFID en temas económicos se puede catalogar como un proyecto de inversión (proyectos que generan ingresos monetarios a la compañía) y no como un proyecto de costo (Proyectos necesarios para operar y no entregan valor monetario a la compañía).

Aunque, los beneficios esperados en toma de inventarios para RFID no superarían la barrera de la inversión inicial en corto tiempo, aun si se prometiera escenarios de crecimiento económico favorables para la tecnología tal como el que se propuso al iniciar la investigación con un margen de crecimiento en los costos de personal de un tres por ciento y un crecimiento anual en los costos de etiquetas en cerca del uno por ciento en la compra de etiquetas según las tendencias en el crecimiento nacional de los salarios mínimos y las tendencias en los costos de la tecnología.

Teniendo en cuenta lo que se expone anteriormente, se debe evaluar escenarios logísticos adicionales que soporten la inversión y el rápido retorno del capital invertido; para lo cual se propuso analizar el proceso de almacenamiento.

3.3.2 RFID versus Código de barras en el proceso de almacenamiento.

Para la logística actual de la empresa, el principal beneficio económico se muestra claramente en la optimización de los espacios de almacenamiento, mostrando una mejora de cerca del 25 %. Según información de las empresas operadores logísticos regionales los costos de por metro cuadrado de arriendo de espacio de almacenaje puede llegar a representar el retorno de la inversión inicial en menos de un año. De esta forma se calcula que cerca del 10 % de la inversión inicial se retorna mensualmente si se tiene en cuenta los beneficios de la tecnología RFID.

Conclusiones

Se realizó el análisis de los beneficios económicos de la implementación de la tecnología RFID partiendo de una experiencia piloto aplicada a los principales procesos logísticos de una empresa del sector textil colombiano, teniendo como referencia estudios realizados sobre la tecnología de código de barras; se evaluó el impacto de la tecnología sobre dos escenarios (almacenamiento e inventarios) y se dejó claro los beneficios potenciales de la tecnología en procesos de alistamiento.

Los potenciales beneficios económicos muestran que la implementación de la tecnología RFID en un centro de distribución de textiles es viable; retornando la inversión en un periodo cercano a un año.

La estrategia logística de cada empresa es distinta, por tal motivo los análisis se deben realizar con total detenimiento, soportado en la experticia de los responsables de la logística interna; se recomienda el no uso de esquemas o plantillas para todos los casos.

Agradecimientos

A COMERTEX S.A. por facilitar los escenarios y presupuestos que permitieron el desarrollo de la evaluación. A los estudiantes de ingeniería electrónica de la Universidad Industrial de Santander: Héctor Gil, Edgar Quintana, Milena Vargas y Alejandro Gutiérrez por sus aportes a la investigación. A COLCIENCIAS por el apoyo económico de la investigación. Al personal docente del grupo de investigación OPALO de la Universidad Industrial de Santander por el soporte dado en temas relacionados con logística.

Referencias

1. R. Want, *An introduction to RFID technology*, Pervasive Computing, IEEE, vol. 5, no. 1, pp. 25–33, 2006.
2. L. Liu, Z. Chen, D. Yan, Y. Lu, and H. Wang, *RFID in Supply Chain Management*, 2010 International Conference on E-Business and E-Government, pp. 3279–3282, May 2010.

3. R. Reddy, *Status of Supply Chain Management in India*, International journal of Emerging technology and advanced Engineering, vol. 2, no. 7, pp. 429–432, 2012.
4. Y. Cheung, K. Choy, C. W. Lau, and Y. K. Leung, *The impact of RFID technology on the formulation of logistics strategy*, in PICMET' 08 - 2008 Portland International Conference on Management of Engineering & Technology, 2008, pp. 1673–1680.
5. I. Al Kattan and T. Al-Khudairi, *Improving Supply Chain Management Effectiveness Using RFID*, Engineering Management Conference, 2007 IEEE International, pp. 191–198, 2007.
6. G. Ferrer, N. Dew, and U. Apte, “When is RFID right for your service?”, *International Journal of Production Economics*, vol. 124, no. 2, pp. 414–425, Apr. 2010.
7. S. Shen and D. Wang, *Research on Warehouses Management Based on RFID and WSN Technology*, Database Technology and Applications (DBTA), 2010 2nd International Workshop on (2010), no. 2006, pp. 4–7, 2010.
8. F. Xavier, O. K. Hikage, M. S. de Paula Pessoa, and A. L. Fleury, *A view about RFID technology in Brazil*, Technology Management for Global Economic Growth (PICMET), 2010 Proceedings of PICMET' 10:, pp. 1–9, 2010.
9. D. Yue, X. Wu, M. Hao, and J. Bai, *A Cost-Benefit Analysis for Applying RFID to Pharmaceutical Supply Chain*, Service Systems and Service Management (ICSSSM), 2011 8th International Conference on, 2008.
10. M. M. Gómez, C. Pinzon, D. Ruiz, S. Saaibi, and (Universidad Industrial de Santander), *Mejoramiento de los procesos logísticos de Comertex Fase 1*. Bucaramanga, 2011.
11. A. Páez, J. Garzón, *Evaluación del proceso de alistamiento de pedidos y análisis de las mejores prácticas del proceso para la empresa Comertex S.A.* Bucaramanga, 2012.
12. L. Azpilicueta, J. J. Astrain, H. Landaluce, I. Angulo, A. Perallos, J. Villadangos, and F. Falcome, *Analysis of an UHF-RFID system in a metallic closed vehicle*, 6th European Conference on Antennas and propagation (EUCAP), no. 1, pp. 2009–2012, 2012.
13. C. Huang, L. Lo, W. Wang, and H. Chen, *A study for optimizing the reading rate of RFID tagged cartons in palletizing process*, 2008 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, pp. 1138–1142, Dec. 2008.
14. H. Gil, E. Quintana, *Diseño e implementación de un prototipo de laboratorio en procesos logísticos utilizando tecnologías de identificación automática de datos*, 2013.
15. A. Gutiérrez, M. Vargas, *diseño e implementación de herramientas tecnológicas aplicadas a la optimización de procesos logísticos de la empresa Comertex S.A.* Bucaramanga, 2014.