

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE LA TECNOLOGIA RFID EN
EL CONTROL DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA FACILITADORA DE
PAGOS ELECTRONICOS**

JUAN CARLOS VALDERRAMA CACERES

Código: 9500900

**Articulo Trabajo Final del programa de Especialización en Gerencia
Logística Integral**



**ESPECIALIZACION EN GERENCIA LOGISTICA INTEGRAL
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERIA
2018**

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE LA TECNOLOGIA RFID EN EL CONTROL DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA FACILITADORA DE PAGOS ELECTRONICOS

Juan Carlos Valderrama Cáceres
Universidad Militar Nueva Granada
Especialización en Gerencia Logística Integral
Bogotá, Colombia
jcv108@gmail.com

RESUMEN

El propósito de este artículo es presentar una propuesta para implementar la tecnología de RFID en el manejo de los inventarios en una empresa facilitadora de pagos electrónicos. A pesar de que la empresa en estudio cuenta con un sistema de código de barras para identificar los dispositivos electrónicos, la información y el control de los inventarios no es exacta, presentando desabastecimiento, reprocesos por errores humanos, demoras en la ejecución de los procedimientos e incumplimiento de la demanda generada.

A lo largo de este artículo, se realiza un proceso de investigación de esta tecnología para conocer las características técnicas del RFID, su funcionamiento y los beneficios que proporciona. Se realiza una comparación entre los códigos de barras y el RFID para identificar las ventajas y desventajas de cada una de ellas. Después se calculan los costos de implementación para determinar el presupuesto y por último se propone una metodología que sirva de guía para la implementación.

Los resultados esperados de esta propuesta es que la empresa conozca los beneficios que obtendría en la implementación de este tipo de tecnología, logrando optimizar los procesos, reducir los tiempos en las actividades, generar un inventario confiable, reducir roturas de stock, evitar reprocesos y realizar lecturas más rápidas y precisas.

Palabras clave: Implementación, Control de inventarios, RFID, Códigos de barras.

ABSTRACT

The purpose of this article is to present a proposal to implement RFID technology in the management of inventories in an enterprise facilitator of electronic payments. Despite the fact that the company in study has a barcode system to identify the electronic devices, the information and the control of inventories is not exact,

presenting shortages, rework by human errors, delays in the execution of procedures and non-compliance of the demand generated.

Throughout this article, is performed a process of research of this technology to know the technical characteristics of RFID, its functioning and the benefits it provides. A comparison is made between the barcode and the RFID to identify the advantages and disadvantages of each of them. After it is calculated the implementation costs for determining the budget and finally proposes a methodology that would serve as a guide for implementation.

The expected results of this proposal is that the company is aware of the benefits that would accrue in the implementation of this type of technology, managing to optimize the processes, reducing time in activities, generate an inventory to be reliable, to reduce breakage of stock, to avoid re-work and perform quicker and more accurate reads.

Keywords: Implementation, inventory control, RFID, barcodes.

INTRODUCCION

En los últimos años, existe en el mercado varias tecnologías que facilitan la información de un producto en un sistema informativo. El más popular es sin duda el código de barras por su bajo costo y su fácil implementación, pero presenta numerosos inconvenientes. Debido a esto, han surgido sistemas más eficientes entre los cuales se encuentran la tecnología de identificación por radiofrecuencia - (en adelante RFID) -, que permite identificar objetos mediante ondas de radio a través de lecturas a distancia de la información contenida en una etiqueta, sin necesidad de contacto físico y con la capacidad de realizar múltiples lecturas simultáneamente.

Sin embargo, las demoras en la recepción de los dispositivos electrónicos en mal estado enviado por las regionales, los inventarios físicos que no coinciden con los reportes y la falta de disponibilidad de equipos para cumplir con los requerimientos de la demanda generada a nivel nacional, es la problemática que afronta hoy en día esta empresa facilitadora de pagos electrónicos, representando importantes pérdidas monetarias y afectando considerablemente sus utilidades. Existen diversas causas que genera esta problemática, como por ejemplo, falta de políticas o sistemas que le ayuden al responsable de la bodega esta fácil pero tediosa tarea y además el proceso para el ingreso de la información al sistema es manual y se presenta la posibilidad del error humano, lo cual se refleja en demoras, reprocesos y revalidaciones que atrasan cada uno de los procesos de recepción, almacenamiento, alistamiento y distribución de los dispositivos electrónicos a nivel nacional.

Dado a lo anterior, el objetivo de este artículo es generar una propuesta para implementar la tecnología de radiofrecuencia (RFID) en el control de los inventarios de los dispositivos electrónicos a la alta gerencia de esta compañía, que permita

reducir los errores, agilizar y mejorar los procesos anteriormente descritos debido a que se recibe la información en tiempo real y confiable.

Además, la metodología de este artículo es conocer y analizar todas las características técnicas de la tecnología de radiofrecuencia para tener una visión clara de su funcionamiento y sus componentes, e identificando las ventajas y desventajas del sistema RFID comparado con su precedente, los códigos de barras. Luego, realizar un diagnóstico de la empresa que permita analizar los puntos críticos del proceso para la implementación de esta tecnología, incluyendo los costos que se generan. Finalmente, proponer una metodología que permita la implementación del RFID para el control de los inventarios.

Por lo tanto, lo que se quiere lograr con esta propuesta es que la empresa tenga otra opción de sistemas de información que le permita identificar los dispositivos electrónicos, generando un control eficiente y confiable en la gestión de los inventarios.

1. MATERIALES Y METODOS

1.1. Características técnicas de la Tecnología RFID

RFID son las siglas en inglés de *Radio Frequency Identification*, una tecnología similar, en teoría, a la de identificación por código de barras (*bar code*), pero que utiliza ondas electromagnéticas o electrostáticas para la transmisión de la señal que contiene la información. A RFID también se le conoce algunas veces como DSRC (*Dedicated Short Range Communications*). (HUIDOBRO)

La tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) es un sistema de auto identificación inalámbrica, el cual consta de etiquetas que almacenan información y lectores que se pueden leer a distancia utilizando una frecuencia de onda electromagnética para realizar dicha tarea. Estas frecuencias varían según la aplicación y puede ser de 125 KHz, 13.56 Mhz, 433-860-960 Mhz, 2.45 Ghz y 5.8 Ghz. (RODRIGUEZ HERNANDEZ, 2009).

A continuación se describe la clasificación de los sistemas RFID existentes:

Según su capacidad de programación:

- ✓ De sólo lectura: las etiquetas se programan durante su fabricación y no pueden ser reprogramadas.
- ✓ De una escritura y múltiples lecturas: las etiquetas permiten una única reprogramación.
- ✓ De lectura/escritura: las etiquetas permiten múltiples reprogramaciones.

Según el modo de alimentación:

- ✓ Activos: si las etiquetas requieren de una batería para transmitir la información.
- ✓ Pasivos: si las etiquetas no necesitan batería.

Según el rango de frecuencia de trabajo:

- ✓ Baja Frecuencia (BF): se refiere a rangos de frecuencia inferiores a 135 KHz.
- ✓ Alta Frecuencia (AF): cuando la frecuencia de funcionamiento es de 13,56 MHz.
- ✓ Ultra Alta Frecuencia (UHF): comprende las frecuencias de funcionamiento en las bandas de 433 MHz, 860 MHz, 928 MHz.
- ✓ Frecuencia de Microondas: comprende las frecuencias de funcionamiento en las bandas de 2,45 GHz y 5,8 GHz.

Según el protocolo de comunicación:

- ✓ Dúplex: el transpondedor transmite su información en cuanto recibe la señal del lector y mientras dura ésta.
- ✓ Secuencial: el campo del lector se apaga a intervalos regulares, momento que aprovecha el transpondedor para enviar su información. Se utiliza con etiquetas activas, ya que el tag no puede aprovechar toda la potencia que le envía el lector y requiere una batería adicional para transmitir, lo cual incrementaría el coste.

Según el principio de propagación:

- ✓ Inductivos: utilizan el campo magnético creado por la antena del lector para alimentar el tag. Opera en el campo cercano y a frecuencias bajas (BF y AF).
- ✓ Propagación de ondas electromagnéticas: utilizan la propagación de la onda electromagnética para alimentar la etiqueta. Opera en el campo lejano y a muy altas frecuencias (UHF y microondas). (PORTILLO, BERMEJO, BEMARDOS, & MARTINEZ, 2008)

Un sistema RFID está compuesto por cuatro elementos básicos: una etiqueta o tag (que tiene un número único de identificación), un lector, una antena, y un sistema de información o middleware. (TRUJILLO CIFUENTES & CALDERON, 2014), Como se observa en la figura 1.

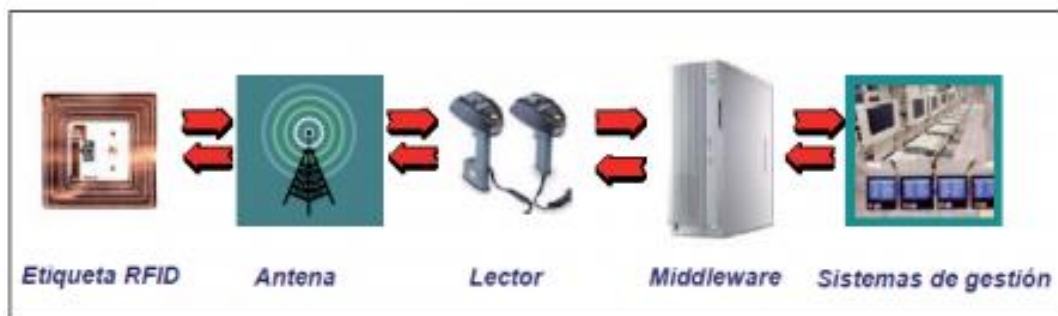


Figura 1. Sistema de funcionamiento del RFID
Fuente: Universidad de Santiago de Chile – Facultad tecnológica

- **Etiqueta o Tag:** Consta de un microchip que almacena los datos y una pequeña antena que habilita la comunicación por radiofrecuencia con el lector. Los tags son diseñados para que usen una frecuencia que se acople a las necesidades del sistema, que incluyen la distancia de lectura y el ambiente en el que se espera leer el tag. (RODRIGUEZ HERNANDEZ, 2009). Las etiquetas RFID se clasifican según su comportamiento (activa, pasiva y semi-pasivas). Las etiquetas activas poseen una fuente de energía por tanto son capaces de emitir y recibir señales en un rango definido. Las etiquetas pasivas sin duda son comunes, su potencia reside en el transmisor del lector, tienen un rango de alcance mucho más corto y las etiquetas semi-pasivas se comunican de la misma manera que las etiquetas pasivas, con la diferencia de que poseen una fuente de energía y su rango de transmisión se ubica entre las pasivas y las activas. (LEGUIZAMÓN PÁEZ, MARTÍNEZ PÍNZON, & MIZNAZA MORALES, 2017)

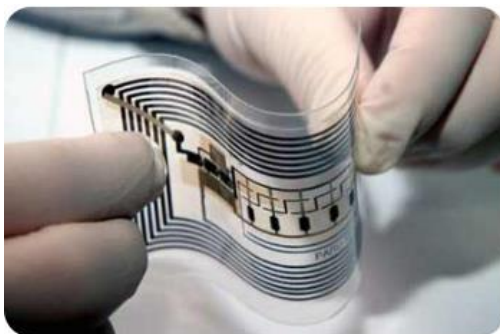


Figura 2. Etiqueta RFID

Fuente: www.tea-adhesivos.com/etiquetas/rfid/

- **Lector:** Es un dispositivo electrónico que emite y recibe señales de radiofrecuencia para leer la información emitida por las etiquetas, dando una gran ventaja en referencia con su antecesor (el código de barras) al poder monitorear diferentes etiquetas al mismo tiempo en un área determinada por el alcance de la frecuencia que estén operando, además de no requerir necesariamente una línea de visión directa con las etiquetas. (LEGUIZAMÓN PÁEZ, MARTÍNEZ PÍNZON, & MIZNAZA MORALES, 2017). Según la firma Dipole RFID Engineers, los lectores RFID poseen características como la flexibilidad, la eficiencia, exactitud y con un bajo ruido de radiación. Los lectores se dividen en: fijos, portátiles, para montaje en vehículo. (LOPEZ, 2014)



Figura 3. Lectores RFID

Fuente: www.dipolerfid.es/es/Lectores-RFID

- **Antena:** Es la unidad que transmite o induce (y recibe) una señal radioelectromagnética o electroestática que activa las etiquetas que se hallen en su campo de lectura, provocando que ésta refleje su información en el lector, en menos de 100 metros. Ambos elementos pueden estar separados o integrados en el mismo equipo, y se comunican con el servidor que procesará los datos recibidos. La potencia de emisión está a 100 mW y, por norma, nunca puede superar 1 Vatio. (HUIDOBRO). Una antena RFID, puede ser de varios tamaños y formas dependiendo de la distancia de comunicación requerida para el desempeño del sistema. La antena activa el tag y transmite los datos emitiendo pulsos. (RODRIGUEZ HERNANDEZ, 2009)



Figura 4. Antenas RFID

Fuente: www.dipolerfid.es/es/Antenas-RFID

- **Middleware RFID:** Es el software intermediario diseñado para integrar sencillamente los equipos RFID de una implantación con el sistema informático de gestión de la empresa. Obtiene las lecturas de los tags RFID y procesa esta información para entregarla al sistema ERP o SGA. Permite crear diferentes perfiles por cada uno de los lectores RFID de la implantación, cada uno con su propia configuración de potencia, conectividad, interacción con puertos GPIO, parametrización y envío de datos, etc. (INGENIEROS TAG)



Figura 5. Middleware

Fuente: www.tagingenieros.com/RFID-soluciones-RFID/middleware-RFID

Todos estos elementos conforman un sistema RFID que, atendiendo a distintos criterios relacionados con las características técnicas y operacionales de cada uno de los componentes, puede ser de diversos tipos.

1.2. RFID vs Código de barras

En el ámbito de las tecnologías de identificación automática existen otras alternativas a RFID. Por un lado están las tecnologías de identificación y captura de datos que se han venido utilizando hasta ahora, entre las que se destaca claramente el código de barras, que ya ha alcanzado un alto grado de madurez y de penetración en el mercado. Por otro lado, aparecen nuevas tecnologías aún bajo estudio o incluso en sus primeras fases de implantación, algunas de las cuales se basan en ondas de radio (como RFID) y otras en lectores láser (como el código de barras). (PORTILLO, BERMEJO, BEMARDOS, & MARTINEZ, 2008)

El código de barras se basa en la representación de la información mediante un conjunto de líneas paralelas verticales de distinto grosor y espaciado. De este modo, el código de barras permite, por ejemplo, reconocer rápidamente un artículo en un punto de la cadena logística y así poder realizar inventario o consultar sus características asociadas. Actualmente, el código de barras está implantado masivamente de forma global. (PORTILLO, BERMEJO, BEMARDOS, & MARTINEZ, 2008)

Existen tres tipos principales de códigos:

Códigos lineales: Son los tradicionales códigos de barras. Ampliamente utilizados desde hace tiempo, se pueden encontrar hoy en día en cualquier tipo de producto. Están formados por una serie de bandas verticales alternando negras y blancas. En el patrón que forman se encuentra codificada la información. Su lectura se realiza mediante un escáner LED o Láser.



Figura 6. Códigos de barras lineales

Fuente: www.cognex.com/es-es/resources/symbologies/1-d-linear-barcodes

Códigos de barras 2-D: Estos códigos consisten en una pila de códigos de barras muy cortos dispuestos ordenadamente para su descodificación. El estándar más utilizado es PDF 417.

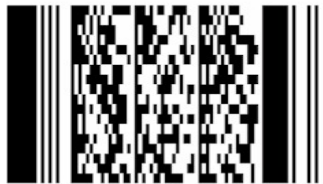


Figura 7. Códigos de barras 2D

Fuente: www.codigodebarras.com/tema.php?ID=dos_dimensiones

Códigos matriciales: Están formados por elementos simples (puntos o cuadrados) dispuestos formando un modelo bidimensional.



Figura 8. Códigos matriciales

Fuente: www.codigodebarras.com/tema.php?ID=dos_dimensiones

A continuación se compara el RFID con los diferentes tipos de códigos de barras, utilizando las siguientes características:

- ❖ Posibilidad de modificar los datos
- ❖ Seguridad de los datos
- ❖ Cantidad de datos almacenados
- ❖ Costos
- ❖ Estándares
- ❖ Vida útil
- ❖ Distancia de lectura
- ❖ Número de elementos que se pueden leer simultáneamente
- ❖ Posibilidad de interferencias

CARACTERISTICAS	TECNOLOGIAS DE IDENTIFICACION AUTOMATICA	
	RFID	CODIGOS DE BARRAS
Posibilidad de modificar los datos	Depende del estándar que se utilice, aunque sí es posible. Por ejemplo, utilizando el estándar EPC, existen básicamente varias clases de etiquetas: de sólo lectura, de una escritura y múltiples lecturas o de lectura-escritura.	No existe. Una vez impreso el código de barras, no se puede modificar
Seguridad de los datos	En las últimas generaciones de dispositivos RFID es posible cifrar los datos, de forma que no puedan ser leídos con lectores RFID estándar	Códigos de barras Lineales: No usan cifrado, y el estándar es bien conocido Códigos de barras 2D y matriciales: Emplean corrección de errores mediante códigos Reed-Solomon, con lo que se podría destruir parte de la etiqueta sin destruir la información
Cantidad de datos almacenados	Hasta 1 MB de información en los últimos prototipos	Códigos de barras Lineales: Pueden almacenar hasta 30 caracteres Códigos de barras 2D y matriciales: Pueden almacenar hasta 1 Kbyte
Costos	En descenso a medida que se aplican los últimos avances tecnológicos. El objetivo de hace unos años de alcanzar los 0,05€ por etiqueta parece cada vez más cercano, aunque lógicamente depende del tipo de etiqueta	Códigos de barras Lineales y 2D: Muy bajos Códigos de barras matriciales: Altos
Estándares	Existen diferentes estándares universalmente aceptados, y relacionados con la banda de frecuencia utilizada, que como ya hemos visto, determina el tipo de sistema RFID. Los dos estándares principales son el estándar EPC y el estándar ISO.	Códigos de barras Lineales: existen más de 200 esquemas diferentes de códigos de barras en uso, existen cuatro tipos dominantes. Códigos de barras 2D: PDF 417 es un estándar de ISO. Códigos de barras matriciales: Existen diferentes estándares, pero los más importantes son: Data Matrix, códigos QR y MaxiCode
Vida útil	Al no haber necesidad de contacto físico ni de baterías, la vida útil de las etiquetas pasivas es muy grande. Las etiquetas activas tienen limitada su vida útil a la duración de su batería.	Baja, pues se trata de información impresa que tiende a borrarse con el tiempo, aunque se pueden proteger
Distancia de lectura	Las etiquetas pasivas tienen un alcance del orden del metro, y las activas pueden tener un alcance de decenas de metros. Además, para realizar la lectura o escritura no se necesita línea de visión directa.	Necesitan línea de visión, por lo que la lectura debe ser cercana (del orden de un metro)

Número de elementos que se pueden leer simultáneamente	Un lector puede leer cientos de etiquetas de forma casi simultánea.	Sólo se puede leer un código cada vez
Posibilidad de interferencias	En función de la frecuencia, los líquidos, madera o metales puede impedir la propagación de la señales.	Los códigos de barras no suelen tener corrección contra errores, y los daños físicos en la etiqueta del código pueden imposibilitar su lectura. Además son sensibles al polvo y a la suciedad, tanto en la etiqueta como en los lentes del lector

Tabla 1. RFID vs Códigos de barras

Fuente: Elaboración propia

1.3. Beneficios de la tecnología RFID

1.3.1. Lecturas más rápidas y más precisas

Un lector de RFID detecta automáticamente todas las etiquetas que pasan a través de su campo de radiofrecuencia. Como resultado, puede leer el número de cada objeto etiquetado en una sola operación. De este modo, eliminando la necesidad de tener una línea de visión directa y se consigue la lectura simultánea de los códigos de identificación de multitud de objetos.

1.3.2. Niveles más bajos en el inventario

El RFID consigue reducir los niveles de inventarios posibles sin que la disponibilidad de los productos se vea afectada, proporcionando información en tiempo real sobre la ubicación de los productos.

1.3.3. Reducción de roturas de Stock

La radiofrecuencia de identificación tiene la capacidad de informar al personal o a los encargados de cuando se deben reponer las estanterías o cuando un artículo se ha colocado en el sitio equivocado. (ANGARITA NOVA, 2012)

1.3.4. Gran capacidad de almacenamiento de datos

La cantidad y variedad de datos que puede almacenar un Sistema RFID es muy superior al de otros sistemas. El conocimiento que se obtendrá del producto por lo tanto será mayor. Conociendo datos como la procedencia del producto, su fecha de fabricación y muchos más.

1.3.5. Trazabilidad individual para cada producto

El Sistema RFID trabaja con etiquetas serializadas, por lo que cada artículo es identificado como único y especial.

1.3.6. Gran precisión y fiabilidad en las lecturas

A diferencia de otros métodos, ante grandes cantidades de stock el Sistema RFID recoge todos los datos. Esta fiabilidad y precisión genera la seguridad de que la información proporcionada será la correcta.

1.3.7. Dificiles de falsificar

La información que contienen las etiquetas está protegida, por lo que la falsificación es muy complicada. La seguridad es uno de los factores clave de toda empresa, por lo que es una ventaja muy a tener en cuenta.

1.3.8. Integración con otros sistemas de control

Se obtiene mayor rendimiento de un sistema RFID cuando es integrado con un software de control. De este modo los datos resultaran más útiles para tomar decisiones. (MOVERTIS, 2017)

2. ANALISIS DE RESULTADOS

2.1. Diagnóstico de la empresa

En este artículo se realiza la descripción de todos los procesos involucrados en la recepción, almacenamiento y distribución de dispositivos electrónicos, permitiendo analizar e identificar las tareas críticas en donde se propone la implementación de esta tecnología de radiofrecuencia y así poder optimizar todas las actividades.

De acuerdo a lo anterior, los procesos involucrados son:

- **Recepción de dispositivos electrónicos:** Este proceso se encarga de recibir todos los equipos que son enviados al laboratorio por las regionales y seccionales de la compañía a nivel nacional, los dispositivos enviados por el proveedor encargado del mantenimiento nivel 2 y los equipos enviados por el área de seguridad de la empresa. A continuación en la siguiente figura se presenta el flujograma de este proceso.

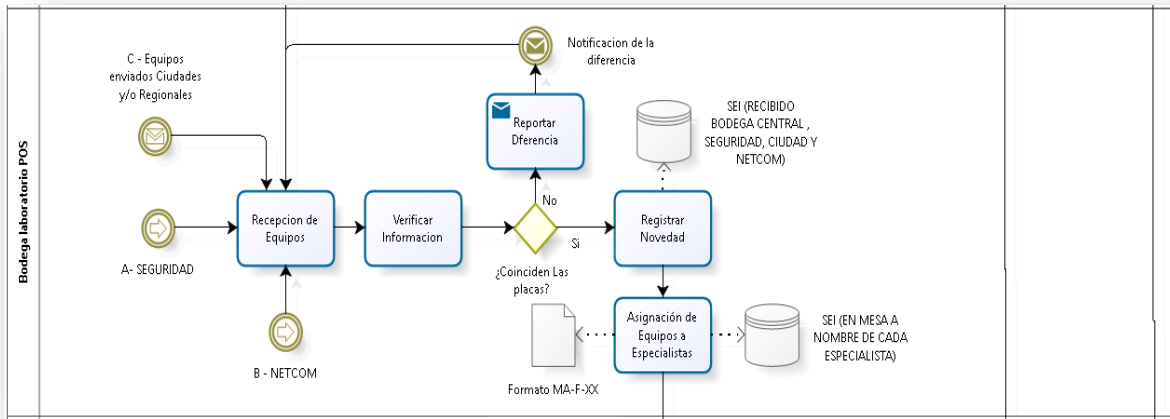


Figura 9. Proceso de Recepción de dispositivos electrónicos
Fuente: Elaboración Propia

- Mantenimiento Nivel 1:** Después de la recepción, los dispositivos son entregados al laboratorio pos para la revisión de primer nivel de todos los equipos que son retirados o cambiados por los asesores de la compañía a nivel nacional. El objetivo de este proceso es que cuando los dispositivos son revisados por el laboratorio y se encuentran en buen estado, se entregan a bodega central para su redistribución y aquellos que no lo están, son enviados al proveedor para su revisión de segundo nivel. En la siguiente figura se puede observar el flujograma de este proceso.

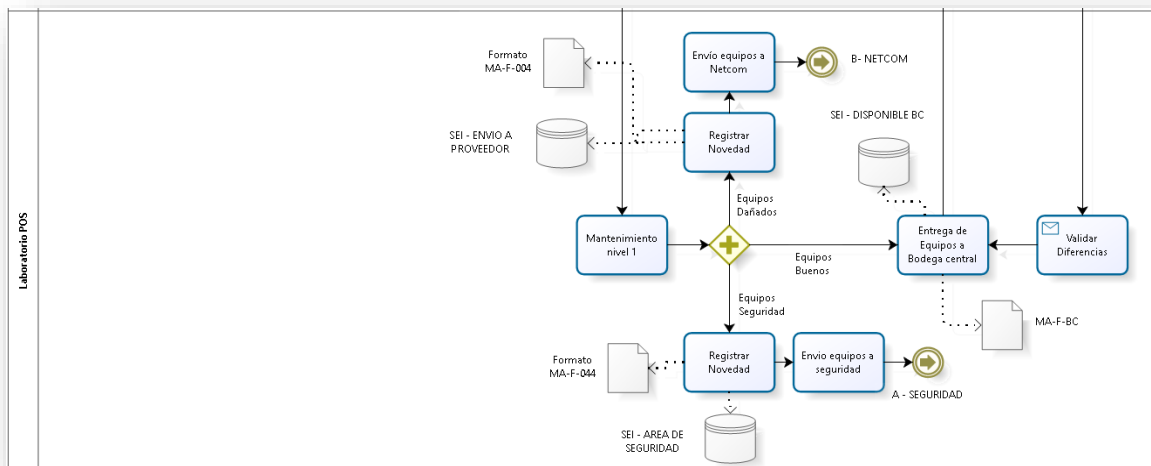


Figura 10. Proceso de Mantenimiento Nivel 1
Fuente: Elaboración Propia

- Distribución de dispositivos a nivel nacional:** Teniendo en cuenta los equipos en buen estado que entrega laboratorio, la compañía cuenta con

una bodega central, es la encargada de distribuir a nivel nacional los dispositivos a sus regionales y seccionales. Bodega central todos los días recibe solicitudes y teniendo en cuenta un cronograma estandarizado de distribución, realiza el envío de equipos diarios a sus respectivas bodegas. A continuación en la siguiente figura se presenta el flujograma de este proceso.

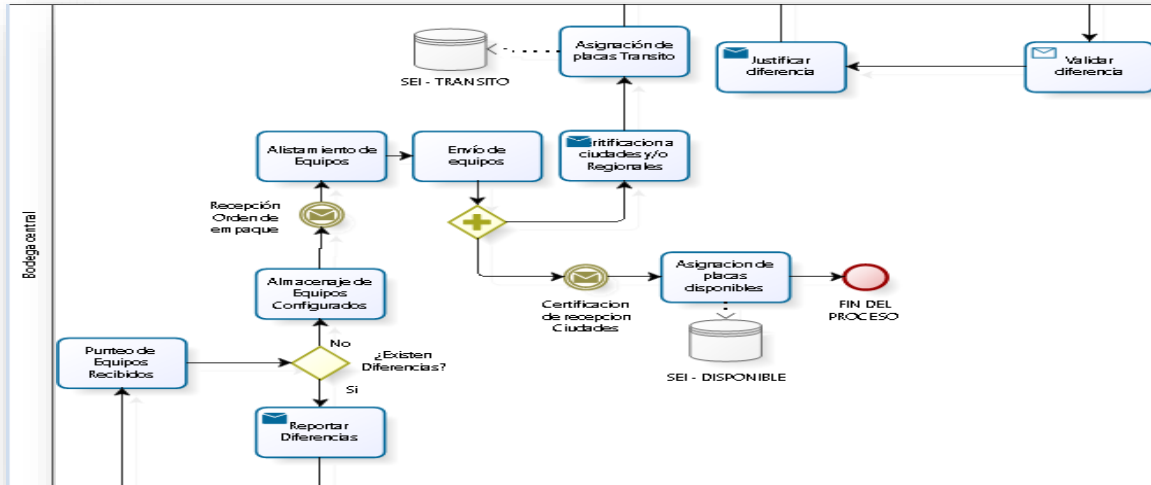


Figura 11. Proceso de Distribución de dispositivos a nivel nacional
Fuente: Elaboración Propia

Al conocer la situación actual de la compañía, se identificaron las actividades críticas en donde se aplicaría la tecnología de radiofrecuencia. Estos puntos críticos, se seleccionaron teniendo en cuenta que se realizan de forma manual y cada dispositivo se contabiliza uno a uno, generando demoras en la operación global de la empresa, ocasionando desabastecimiento e incumplimiento de la demanda a nivel nacional.

En la siguiente tabla, se describe cada actividad crítica de cada proceso.

Proceso	Actividad Crítica
Recepción de dispositivos electrónicos	Recepción de equipos (Regionales/seccionales, proveedor y área de seguridad)
	Envío de equipos al proveedor
Mantenimiento Nivel 1	Envío de equipos al área de seguridad
	Entrega de equipos a Bodega central
	Punteo de equipos recibidos
Distribución de dispositivos a nivel nacional	Almacenaje de equipos configurados
	Alistamiento de equipos

Tabla 2. Actividades críticas de los procesos
Fuente: Elaboración propia

2.2. Análisis de Costos

Para el desarrollo del análisis de costos, se efectúa una investigación de los proveedores de este tipo de tecnología en Colombia, con el fin de determinar y calcular la inversión inicial que debe realizar la compañía para la implementación del RFID en la gestión de inventarios.

En la siguiente tabla se puede evidenciar algunos de los proveedores de esta tecnología en el país.

Empresa	Contacto
Accendo S.A.S	Calle 93B No. 18 - 12 Oficina 307 Bogotá, Colombia
Cibergenius	Carrera 24 No. 83 - 33 Bogotá, Colombia
Logyca S.A.	Av. El Dorado No. 70 - 16 Bogotá, Colombia
Kimbaya	Carrera 12A No. 77A - 52, Oficina 504 Bogotá, Colombia
Wireless & Mobile	Calle 84 No. 28 - 12 Bogotá, Colombia

Tabla 3. Proveedores en Colombia
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo anterior, la inversión inicial se soporta en cotizaciones obtenidas de proveedores en Colombia. Por lo tanto, en la siguiente tabla se puede observar los costos totales para la implementación.

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (Dólares)	COSTO TOTAL (Dólares)
Marcación de productos			
IMPRESORA: ZT41042-TO100AOZ	1	3.850	3.850
Suministro			
INLAYS ALIEN 9820 HISCAN	25.000	0	4.500
SILVERLINE MICRO 2.17 X 0.55	15.000	1	9.750
CINTA HL35	3	60	180
Entrada y salida de dispositivos			
LECTURA MASIVA LECTOR Y ANTENA	3	3.000	9.000
CUBIERTA METALICA	3	1.850	5.550
PREPARACION PEDIDOS LECT Y ANT	1	2.500	2.500
Software			
SOFTWARE	1	10.000	10.000
Asesoría			
CONSULTORIA (Capacitaciones)	1	2.000	2.000
TOTAL (Dólares)			47.330
TOTAL (COP)			138.250.930

Tabla 4. Costos de implementación
Fuente: Elaboración propia

El costo total calculado en la tabla anterior, se realizó teniendo en cuenta un sistema RFID robusto, con equipos de última tecnología y considerando una estructura completa y suficiente para reducir significativamente los tiempos generados y reprocesos en las actividades críticas mencionadas anteriormente. En la siguiente figura se ilustran los equipos cotizados por los proveedores.



Figura 12. Equipos cotizados por los proveedores
Fuente: Elaboración Propia

2.3. Indicadores a mejorar

Los indicadores permiten medir y analizar el cumplimiento de todos los propósitos organizacionales, no tiene el más mínimo sentido si no representa algo que sea importante para la empresa.

Por este motivo, con esta propuesta se establece cuáles son los indicadores que se mejorarían significativamente en la compañía y por ende se tiene un mayor control en cada uno de los procedimientos.

- Nivel de cumplimiento de entregas: Este indicador impacta significativamente la satisfacción del cliente, debido a que se tendría el inventario adecuado para cumplir con todos los requerimientos.
- Confiabilidad en el inventario: Este indicador permite contrastar el inventario que se tienen en el sistema Vs el inventario físico, con el fin de determinar la confiabilidad que hay del mismo.
- Gestión de laboratorio: Este indicador mide la gestión del personal de laboratorio en los procesos de configuración de Nuevos Dispositivos, Diagnostico y Reparación de usados.
- Distribución de equipos de bodega central: Este Indicador mide la distribución de los equipos requeridos para cubrir la demanda de las 4

semanas del mes actual más la demanda esperada de la primera semana del mes siguiente

2.4. Plan de Implementación

Para la implementación de esta tecnología en una organización, es importante realizar una serie de pasos previos que garanticen en gran medida el buen funcionamiento del equipo instalado. Por consiguiente, se menciona una serie de fases de implementación las cuales sirven de guía para tomar las mejores decisiones posibles a la hora de implementar esta tecnología. Además en estas fases se debe realizar un proceso de documentación que deje plasmado la información necesaria ya que esto puede suponer una ayuda fundamental en materia de procesos de gestión de calidad y de mejora continua. Como se observa en la siguiente figura.



Figura 13. Plan de implementación
Fuente: Elaboración Propia

2.4.1. Análisis de requerimientos: En esta etapa se debe generar una buena comunicación que permita determinar los requerimientos del proyecto. Acorde a la información obtenida se logra identificar el alcance

del proyecto y el trabajo que se debe realizar, así como los riesgos que se pueden tener en la implementación. Las actividades que se deben realizar en esta etapa son:

- Análisis del estado actual
- Identificación de los interesados
- Determinación del alcance
- Determinación del presupuesto
- Identificar los recursos con los que cuenta la empresa
- Estipular el grupo de trabajo

2.4.2. Planeación: En esta etapa se establecen las actividades que se van a realizar en el tiempo acordado y el presupuesto establecido. Se debe incluir los planes de monitoreo del proyecto así como el plan de contingencias ante posibles riesgos que puedan presentarse. Las actividades que se deben realizar en esta etapa son:

- Análisis de la inversión
- Establecer la línea de tiempo
- Programar el plan de monitoreo
- Definir los riesgos
- Establecer los indicadores de desempeño del sistema

2.4.3. Diseño: Se compone por el diseño técnico de la solución que satisfaga los requisitos y su integración con la infraestructura existente. El resultado de esta fase es una propuesta viable en términos de recursos humanos, financieros y tecnológicos que permita cumplir con el alcance del proyecto. Las actividades que se deben realizar en esta etapa son:

- Asociación de procesos con su ubicación física
- Determinar la configuración técnica y prever los posibles problemas
- Seleccionar los componentes del sistema
- Identificar los actores involucrados

2.4.4. Implementación: Al realizar el diseño, se procede a la implementación de la solución acordada. En comparación a las demás fases, esta es la más crítica ya que es la que plasma en la realidad lo que ha sido planeado de manera teórica. Finalizada esta fase, se obtiene la implementación y la integración al sistema de información (software) de la empresa u organización. Las actividades que se deben realizar en esta etapa son:

- Instalación
- Integración
- Despliegue

2.4.5. Pruebas: Una vez se haya implementado, es necesario realizar pruebas controladas del funcionamiento del sistema. Al final de esta fase se logra establecer si lo planeado teóricamente coincide con el funcionamiento físico del sistema. Las actividades que se deben realizar en esta etapa son:

- Definición del plan de pruebas
- Ejecución del plan de pruebas

2.4.6. Ajustes y monitoreo: Esta etapa hace referencia al control o supervisión que se hace al sistema una vez se hayan llevado a cabo los ajustes necesarios, se debe monitorear de acuerdo al plan establecido que el sistema es operativo en el nivel de efectividad que se esperaba. Las actividades que se deben realizar en esta etapa son:

- Mejoras continuas del sistema
- Monitoreo continuo

2.4.7. Cierre: En esta etapa se hace la entrega formal del sistema operando de acuerdo a los requerimientos indicados en situaciones de operación real de la compañía. Se considera que el proyecto se finaliza cuando se ha implementado y se ha evaluado el funcionamiento del sistema cumpliendo con lo indicado en la etapa de la planeación. Las actividades que se deben realizar en esta etapa son:

- Evaluación de los indicadores de desempeño
- Entrega formal del proyecto

El esquema que se propone para la implementación del RFID en los procesos de recepción, almacenamiento y distribución de dispositivos electrónicos en la empresa facilitadora de pagos electrónicos, se observa en la siguiente figura:



Figura 14. Esquema de implementación
Fuente: Elaboración Propia

3. DISCUSIONES

Según un estudio elaborado conjuntamente por IBM y la Asociación Europea para la Identificación Segura IDtrack, el 83% de las empresas que ya han probado el RFID (Identificación por radiofrecuencia) están satisfechas con los resultados obtenidos. Uno de los principales inconvenientes de la implantación del RFID es, para el 26,85% de los encuestados, la elevada inversión que requiere (REDACCIÓN COMPUTING, 2008), pero debido a sus grandes ventajas el precio inicial se compensa a largo plazo por su efectividad.

4. CONCLUSIONES

- Al realizar el diagnóstico de la empresa en donde se describen los procesos de recepción de dispositivos electrónicos, mantenimiento Nivel 1 y distribución de equipos a nivel nacional, se encontró que la manera de cómo se ejecutan las actividades es de forma manual por el cual no permite la eficiencia operativa y genera retrasos en la operación de la compañía. También se logró identificar las actividades críticas de los procesos en donde se aplicaría este tipo de tecnología de radiofrecuencia.
- Al implementar un sistema basado en RFID, se concluye que las ventajas significativas que le aportaría a la empresa esta tecnología son:
 - Optimizar la totalidad de los procesos.
 - Reducir los tiempos en las actividades críticas identificadas.
 - Generar una confiabilidad en el inventario, reduciendo las roturas de stock.
 - Disminuir los errores humanos, evitando los reprocesos.
 - Realizar lecturas más rápidas y precisas.
- En la investigación efectuada de los diversos proveedores de esta tecnología en Colombia, se logró calcular el costo de inversión inicial en la implementación. Por lo tanto, se llegó a la conclusión que aunque el código de barras es más económico que el RFID, los beneficios económicos e intangibles aportados por esta tecnología son más significativos.
- Se establece los indicadores de desempeño que se mejorarían significativamente en la compañía y por ende se tiene un mayor control en cada uno de los procedimientos.
- Se plantea una metodología que permita la implementación de la tecnología RFID, teniendo en cuenta unos pasos previos, basados en modelos de administración de proyectos, que garanticen en gran medida el buen funcionamiento del equipo instalado. Además en estas fases se debe realizar un proceso de documentación que deje plasmado la

información necesaria ya que esto puede suponer una ayuda fundamental en materia de procesos de gestión de calidad y de mejora continua.

- Se propone un esquema para la implementación del RFID en los procesos de recepción, almacenamiento y distribución de dispositivos electrónicos en la empresa facilitadora de pagos electrónicos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

TRUJILLO CIFUENTES, D. I., & CALDERON, O. (2014). Metodología para la implementación de la tecnología identificación por radiofrecuencia en entornos industriales y sanitarios en Colombia. 47. Obtenido de http://blade1.uniquindio.edu.co/uniquindio/revistainvestigaciones/adjuntos/pdf/e883_ID5.pdf

ANGARITA NOVA, I. L. (2012). Beneficios de la implementación de la tecnología de identificación en los productos para los procesos logísticos: almacenes corona s.a. Obtenido de https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1990/digital_24038.pdf?sequence=1

HUIDOBRO, J. M. (s.f.). La tecnología RFID. *ACTA*, 37. Obtenido de https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/058037.pdf

INGENIEROS TAG. (s.f.). *TAG INGENIEROS*. Obtenido de <http://www.tagingenieros.com/RFID-soluciones-RFID/middleware-RFID>

LEGUIZAMÓN PÁEZ, M. A., MARTÍNEZ PÍNZON, J., & MIZNAZA MORALES, J. A. (2017). Análisis de una Implementación RFID dentro de la industria farmacéutica. *Ingenierías USBMed*, 38. Obtenido de <file:///C:/Users/juank/Downloads/Dialnet-AnalisisDeUnaImplementacionRFIDDentroDeLaIndustria-6071438.pdf>

LOPEZ, M. L. (2014). Implementación de un sistema de radiofrecuencia para un operador logístico ubicado en la localidad de Fontibón. 8. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/11000/L%F3pezLaitonMarthaLucy.pdf?sequence=2>

MOVERTIS. (09 de octubre de 2017). *MOVERTIS*. Obtenido de <https://www.movertis.com/blog/logistica/12-ventajas-del-sistema-rfid>

PORTILLO, J., BERMEJO, A. B., BEMARDOS, A., & MARTINEZ, I. (2008). *Informe de Vigilancia Tecnológica madri+d*. MADRID: Fundación madri+d para el Conocimiento. Obtenido de

https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/_VT13_RFID.pdf

REDACCIÓN COMPUTING. (02 de SEPTIEMBRE de 2008). *COMPUTING*.
Obtenido de
<http://www.computing.es/infraestructuras/informes/1029320001801/ventajas-desventajas-soluciones-rfid.1.html>

RODRIGUEZ HERNANDEZ, A. (2009). Analisis y descripción de identificación por radiofrecuencia: tecnología, aplicaciones, seguridad y privacidad. 11-18.
Obtenido de
<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/5441/C2.302.pdf?sequence=1&isAllowed=y>