

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS
APLICADAS A LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS LOGÍSTICOS DE LA
EMPRESA COMERTEX S.A.

LUIS ALEJANDRO GUTIÉRREZ GÓMEZ
GLORIA MILENA VARGAS GIL

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA

2014

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS
APLICADAS A LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS LOGÍSTICOS DE LA
EMPRESA COMERTEX S.A.

LUIS ALEJANDRO GUTIÉRREZ GÓMEZ
GLORIA MILENA VARGAS GIL

Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Electrónico

Director

JORGE HERNANDO RAMÓN SUAREZ,
Ingeniero Electricista, Ph.D

Codirector

EFREN DARÍO ACEVEDO CÁRDENAS
Ingeniero Electrónico, MsC (c)

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA

2014

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
2. ANTECEDENTES	16
3. MARCO TEORICO	17
3.1. COMPONENTES DE RFID.....	17
3.1.1. <i>Etiqueta RFID, transpondedor o tag</i>	17
3.1.2. <i>Lector</i>	18
3.1.3. <i>Antena del READER</i>	19
3.2. COMUNICACIÓN RFID.....	19
4. METODOLOGÍA	21
5. DISEÑO Y AJUSTES PRELIMINARES DE LA PRUEBA PILOTO	22
5.1. EQUIPOS SELECCIONADOS	22
5.1.1. <i>Lector móvil Motorola® MC9190 – Z</i>	22
5.1.2. <i>Lector RFID UHF C1G2 Impinj® R420</i>	23
5.1.3. <i>Impresora RFID UHF C1G2 Zebra® RZ400</i>	24
5.1.4. <i>Antena RFID Laird® S9028PCL/R</i>	24
5.1.5. <i>Etiquetas AD-224</i>	25
5.2. PROCESOS LOGISTICOS	25
5.3. DISEÑO DE PORTALES.....	27
5.3.1. <i>Diseño físico</i>	27
5.3.2. <i>Diseño técnico</i>	29
5.3.3. <i>Descripción de la prueba realizada</i>	36
5.4. DISEÑO DEL SOFTWARE.....	40
6. EJECUCIÓN DE LA PRUEBA PILOTO.....	42
7. RESULTADOS DE LA PRUEBA PILOTO	43
8. CONCLUSIONES.....	46
9. CITAS BIBLIOGRAFICAS	47
BIBLIOGRAFIA	49
ANEXOS	50

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ESTADO ACTUAL DE LOS PROCESOS LOGÍSTICOS DESARROLLADOS EN COMERTEX Y VENTAJAS DE USAR RFID.....	15
FIGURA 2. COMUNICACIÓN ENTRE ETIQUETA, ANTENA, LECTOR Y <i>SOFTWARE</i>	20
FIGURA 3. DISEÑO DEL SOPORTE PARA ANTENAS Y PORTAL DE SALIDA.	28
FIGURA 4. DIAGRAMA DE DIRECTIVIDAD DE CAMPO LEJANO.....	30
FIGURA 5. CONFIGURACIÓN FINAL PARA LAS ANTENAS EN EL PORTAL DE ENTRADA	31
FIGURA 6. CONFIGURACIÓN FINAL PARA LAS ANTENAS EN EL PORTAL DE ENTRADA, VISTA SUPERIOR.	31
FIGURA 7. CONFIGURACIÓN FINAL PARA LAS ANTENAS EN EL PORTAL DE SALIDA.....	33
FIGURA 8. CONFIGURACIÓN FINAL PARA LAS ANTENAS EN EL PORTAL DE SALIDA, VISTA SUPERIOR	33
FIGURA 9. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN.	35
FIGURA 10. RELACIÓN ENTRE RSSI Y EPC PARA CALIDADES EN EL PORTAL DE ENTRADA. ..	39
FIGURA 11. RELACIÓN ENTRE RSSI Y EPC PARA POLYBON EN EL PORTAL DE ENTRADA ..	39
FIGURA 12. RELACIÓN ENTRE RSSI Y EPC PARA CALIDADES EN EL PORTAL DE SALIDA.	40
FIGURA 13. RELACIÓN ENTRE RSSI Y EPC PARA POLYBON EN EL PORTAL DE SALIDA.....	40
FIGURA 14. RELACIÓN DE TIEMPO INVERTIDO EN INVENTARIOS CON CADA TECNOLOGÍA.	45

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS.....	26
TABLA 2 . EQUIPOS Y PROCESOS	27
TABLA 3 PORCENTAJE DE TAGS LEÍDOS PARA EL PORTAL DE ENTRADA	37
TABLA 4 PORCENTAJE DE TAGS LEÍDOS PARA EL PORTAL DE SALIDA.....	38
TABLA 5 MEJORAS OBSERVADAS	43
TABLA 6 .CONTROL DE RECEPCIONES Y DESPACHOS.....	44
TABLA 7.CONTROL DE INVENTARIOS	45

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. DESCRIPCION DE LOS PROCESOS LOGISTICOS DESARROLLADOS EN COMERTEX	51
ANEXO B. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS LOGISTICOS CON TECNOLOGIA RFID	56
ANEXO C. DESCRIPCIÓN DE LOS ESCENARIOS PARA LA PRUEBA REALIZADA.	60
ANEXO D. DISEÑO DE LOS SOPORTES PARA EL PORTAL DE ENTRADA.....	62
ANEXO E. DISEÑO DE LOS SOPORTES PARA EL PORTAL DE SALIDA	63
ANEXO F. REFERENCIAS UTILIZADAS EN LA PRUEBA PILOTO.....	64

RESUMEN

TITULO:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS APLICADAS A LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS LOGÍSTICOS DE LA EMPRESA COMERTEX S.A. *

AUTOR:

LUIS ALEJANDRO GUTIÉRREZ GÓMEZ, GLORIA MILENA VARGAS GIL **

PALABRAS CLAVES:

ANTENA, EMPRESA, LOGÍSTICA, IDENTIFICACIÓN, PRUEBA PILOTO, RADIOFRECUENCIA, RFID, RSSI.

DESCRIPCION:

En la actualidad la tecnología de identificación de productos por radiofrecuencia es utilizada ampliamente por las empresas para hacer seguimiento de los productos y optimizar los procesos logísticos debido a que la identificación de los productos en la cadena de suministro requiere obtener información actualizada constantemente. Este artículo describe la forma como se implementó un piloto de identificación automática de productos en la empresa Comertex utilizando tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) para algunos de sus procesos logísticos teniendo en cuenta un prototipo desarrollado en la Universidad Industrial de Santander que entregó las bases para comprender el principio de funcionamiento y la integración de los componentes de esta tecnología. Se detallan los equipos seleccionados de acuerdo a las necesidades y requerimientos de la empresa y los criterios para su elección. Además se realiza la descripción detallada del análisis técnico en el diseño de los elementos que hacen parte de la prueba piloto y finalmente se entregan los resultados obtenidos. De acuerdo al piloto implementado, los autores concluyen que es viable utilizar RFID en la empresa para mejorar el control de sus procesos, reducir tiempos en toma de inventarios, lograr conocer la ubicación exacta de los productos en cualquier momento y aumentar la fiabilidad de la información

**Proyecto de grado

***Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director Jorge Hernando Ramón. Codirector Éfren Darío Acevedo.

ABSTRACT

TITLE:

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF TECHNOLOGICAL TOOLS APPLIED TO THE OPTIMIZATION OF LOGISTICS BUSINESS PROCESSES COMERTEX S.A.*

AUTHOR:

LUIS ALEJANDRO GUTIÉRREZ GÓMEZ, GLORIA MILENA VARGAS GIL **

KEY WORDS:

ANENNA, COMPANY, LOGISTIC, IDENTIFICATION, PILOT TEST, RADIOFREQUENCY, RFID, RSSI.

DESCRIPTION

Nowadays, Radio Frequency Identification Technology is widely used by companies to track products and to optimize logistics processes. This article describes the way in which a pilot of automatic identification of products was implemented by Comertex (a textile company), it was used radio frequency identification technology (RFID) in some of its logistics processes, considering a prototype developed at Universidad Industrial de Santander which provided the basics to understand the principle of operation and the integration of the components of this technology. Equipment selected according to the needs and requirements of the company and the selection criteria are detailed. Furthermore, the detailed description of the technical analysis in the design elements that are part of the pilot test and finally the results are showed. According to the pilot test, the authors conclude that it is feasible to use RFID in the enterprise to improve control of its processes, reduce time to take inventory, and also get to know the exact location of the goods at any time and increase the reliability of information.

*Undergraduate thesis.

***Faculty de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Advisor: Msc. Jorge Hernando Ramón. Co-Advisor: Mie(C) Éfren Darío Acevedo.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las empresas se han interesado en implementar mecanismos de control y orden en sus procesos internos que involucran la distribución, almacenamiento, comercialización, transporte e inventario de productos, entre otros, con el fin de mejorar la productividad y reducir costos. Las mejoras logísticas de las empresas van de la mano con la innovación tecnológica, es así como han surgido diversas herramientas que facilitan la solución de problemas al interior de las empresas. La identificación de productos en la cadena de suministro ha adquirido relevancia en el ámbito industrial gracias a que cada vez se presenta mayor cantidad de movimientos empresariales, se requiere por lo tanto, obtener información actualizada constantemente para la planeación y control de las operaciones de los actores de la cadena (proveedores, transportadores, distribuidores y clientes) [1], [2].

En este proyecto de investigación se implementó un piloto utilizando sistemas de identificación electrónica de productos por radiofrecuencia RFID en el centro de distribución (CEDI) de Comertex S.A. con el fin de estudiar la viabilidad de la tecnología en los procesos de recepción, alistamiento, inventario y despacho de mercancías, así como también obtener información en tiempo real e individualizada de los productos que ingresan y salen de la empresa.

El presente artículo incluye: (II) la descripción del problema teniendo en cuenta las necesidades y requerimientos de la empresa y las posibles soluciones dadas a través de RFID, (III) antecedentes sobre los cuales se sustenta el proyecto, (IV) marco teórico que describe el funcionamiento de la tecnología RFID y sus componentes, (V) análisis realizados antes de la implementación de la prueba que incluyen diseño de portales, equipos seleccionados, ubicación de las antenas y creación de una propuesta alternativa para optimizar los procesos logísticos, (VI) ejecución de la prueba piloto, (VII) resultados obtenidos comparando la tecnología RFID con el proceso actual de la empresa y (VIII) conclusiones del proyecto.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Comertex S.A. es una empresa especializada en la distribución y comercialización de calzado, vestuario y textiles. Según estudios realizados dentro de las bodegas de la empresa, las actividades de identificación, almacenamiento y registro de inventario se realizan de forma manual, lo que implica una alta probabilidad de cometer errores, limitando la capacidad productiva de los recursos de la compañía, la rentabilidad y el nivel de competencia frente a otras empresas del sector [3].

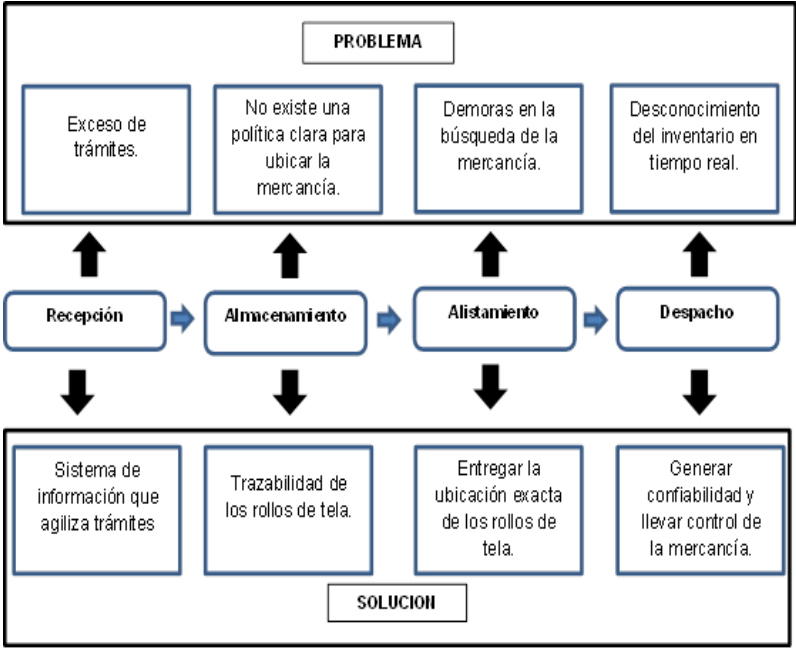
Actualmente, Comertex S.A cuenta con un CEDI, en donde se llevan a cabo las tareas relacionadas con los procesos de recepción, almacenamiento, despacho e inventario de mercancías; por esta razón, es allí donde se requiere tener control de las actividades logísticas al momento de ser ejecutadas. Durante muchos años Comertex S.A ha desarrollado sus tareas de forma manual basado en la tecnología de código de barras y en la experiencia de sus trabajadores, adquiriendo una metodología para el desarrollo de sus labores que implica desplazamientos por parte del personal de una oficina a otra, con el fin corroborar información, permisos de ingresos, impresión de etiquetas, entre otras. Además, es importante mencionar que se deben detener las actividades por parte del centro de distribución cuando se realiza la toma de inventario o conteo físico de mercancía, para la cual se contrata personal externo que contribuya en el cumplimiento de esta tarea en el menor tiempo posible [3].

La metodología adoptada por Comertex S.A ha tenido buenos resultados por muchos años, sin embargo, está demostrado que la implementación de tecnologías de identificación de productos por radiofrecuencia reduce costos en el momento de hacer inventarios, simplifica los trámites para la verificación de la información y en general agiliza los procesos logísticos en una empresa, además permite tener control en la identificación y trazabilidad de los productos [2], [4], [5]. En la Fig. 1 se incluyen algunos de los principales problemas encontrados en cada proceso y la solución propuesta.

Igualmente, es importante el aporte que el proyecto entrega al desarrollo regional, en el sector de las comunicaciones y el área logística; debido a que no existen suficientes

evidencias de la implementación de tecnologías de identificación de productos, la Universidad Industrial de Santander (UIS) permite crear espacios y escenarios de investigación y fomenta proyectos tecnológicos a través de los convenios Universidad-Empresa-Estado [6].

Figura 1. Estado actual de los procesos logísticos desarrollados en Comertex y ventajas de usar RFID.



2. ANTECEDENTES

El gobierno colombiano ha fomentado la creación de proyectos que integran la participación de la empresa privada, el sector educativo y el estado, promoviendo y fortaleciendo la investigación y el desarrollo tecnológico en la industria (Conpes 3582 del 27 de Abril de 2009). Gracias a estos convenios, la UIS en compañía de la comercializadora de textiles Comertex S.A. y Colciencias impulsaron el proyecto “*Diseño e implementación de mecanismos y herramientas conceptuales y tecnológicas para el mejoramiento del sistema logístico de la empresa Comertex S.A.*” El objetivo general es optimizar los procesos logísticos desarrollados en el centro de distribución de Girón, a través de diferentes investigaciones enfocadas en áreas de Ingeniería Industrial e Ingeniería Electrónica. El proyecto macro cuenta con el apoyo de un equipo de profesionales de la empresa, tres profesores de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales y un profesor de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Los resultados de la investigación se entregan por medio de siete proyectos de pregrado y tres tesis de maestría [6].

La investigación que lleva como título “*Diseño e implementación de herramientas tecnológicas aplicadas a la optimización de procesos logísticos de la empresa Comertex S.A.*” hace parte del proyecto macro mencionado anteriormente; abarca los principios básicos en la implementación de tecnologías de identificación de productos, entrega las recomendaciones y la descripción del procedimiento realizado en la implementación del piloto.

Para el desarrollo de esta investigación, se tomó como referencia los objetivos de la tesis de maestría “*Evaluación de la tecnología de identificación por radiofrecuencia como herramienta para el mejoramiento de procesos logísticos*” desarrollada por el Ingeniero Electrónico Efrén Darío Acevedo Cárdenas, que plantea los principios de funcionamiento de la tecnología de identificación de productos por radiofrecuencia y selección de los equipos que la componen.

3. MARCO TEORICO

La tecnología RFID es un sistema de comunicación que emplea ondas electromagnéticas entre un transmisor de interrogación, una etiqueta y una estación receptora. La etiqueta que puede ser adherida a cualquier objeto, responde al campo electromagnético creado por el transmisor de interrogación (*reader*) y transmite los datos almacenados nuevamente a éste. Cada objeto etiquetado tiene un número que lo identifica exclusivamente, por lo que puede ser utilizado para realizar la trazabilidad de la mercancía a través de la cadena de suministro [7].

3.1. COMPONENTES DE RFID

La tecnología de identificación de productos por radiofrecuencia RFID es una herramienta eficiente y versátil para una amplia gama de aplicaciones, por esta razón requiere de un conjunto de elementos que le permite trabajar de forma sincronizada en el momento de identificar un objeto. Un sistema de identificación por radiofrecuencia consta de los siguientes componentes:

3.1.1. Etiqueta RFID, transpondedor o tag

La etiqueta RFID o TAG (por sus siglas en inglés) es un dispositivo compuesto de una antena, un sustrato y un circuito integrado que puede ser adherida a cualquier producto. La antena le permite al chip que contiene toda la información, recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde el lector.

Hay dos formas de clasificar los *tags*, por su frecuencia de operación y por su fuente de alimentación. Los *tags* clasificados por frecuencias permite diferenciarlos en cuatro grupos: baja frecuencia [LF] (entre 125 kHz y 134 kHz), alta frecuencia [HF] (entre 13.553MHz y 13.567 MHz), ultra alta frecuencia [UHF] (entre 860 MHz y 960 MHz) y frecuencia de microondas (entre 2.45 GHz y 5.8GHz) [8]. Dependiendo de la frecuencia de operación del sistema, será la velocidad de lectura, así para bajas frecuencias la velocidad de lectura es baja y para frecuencias de microondas la velocidad de lectura es alta. Cuando se habla de la fuente de alimentación los *tags* pueden ser [8]:

- *Tags* activos: se caracterizan porque usan una batería interna, pueden transmitir en forma continua y tienen un rango de lectura de 100 a 200 metros.
- *Tags* pasivos: operan solo cuando son energizados por el lector, no contienen transmisores y poseen un rango de lectura de hasta 5 metros.
- *Tags* semipasivos en donde el lector activa los *tags* y la batería provee energía a la memoria, los circuitos y otros sensores, tienen rango de lectura de hasta 30 metros.

3.1.2. Lector

Es el dispositivo que se encuentra en el punto medio entre los *tags* y el sistema de información; encargado de enviar señales de radiofrecuencia para detectar las posibles etiquetas en un determinado rango de acción. Captura los datos, los decodifica y los trasmite al software.

Su principal función es leer y escribir datos desde y hacia los *tags*, a través de la antena, además se comunican por la red con el computador. El funcionamiento del lector es posible gracias a la antena incluida en éste, mediante la cual se permite el envío de información digital codificada a través de ondas de radiofrecuencia. El circuito receptor en la antena, detecta la señal enviada, la codifica y la devuelve hacia el lector como respuesta. Los lectores se pueden clasificar de acuerdo a su fuente de alimentación, interfaz de comunicación, movilidad, forma de interrogar al *tag*, frecuencia y protocolos de soporte del *reader* [9] [10].

De acuerdo a su fuente de alimentación los lectores pueden energizarse a través de una red o usar una batería externa. Según la interfaz de comunicación los lectores pueden ser clasificados como *readers* seriales, los cuales utilizan puertos como el RS-232, RS-485 o la conexión serial USB, o como *readers* de red que se conectan al servidor usando la red inalámbrica. De acuerdo a la movilidad los lectores pueden ser estacionarios o portátiles, cada uno usado en aplicaciones diferentes de acuerdo a sus características de funcionamiento. La forma de interrogar al *tag* hace referencia a si los lectores son pasivos o activos lo que significa que son solo de escucha o de pregunta-respuesta [10].

3.1.3. Antena del READER

Una antena es un dispositivo que recibe y transmite ondas electromagnéticas. Funciona como transductor convirtiendo ondas de corriente eléctrica en ondas de radiación electromagnética que se propagan en el espacio (antenas transmisoras) o convirtiendo ondas de radio electromagnéticas en tensiones (antenas receptoras). La ubicación de la antena debe ser en un lugar estratégico, donde tanto la transmisión de energía hacia la etiqueta, como la recepción de datos emitidos sean las más adecuadas. Existen tres características que permiten obtener los datos legibles: el patrón de radiación, la ganancia y la polarización. El patrón de radiación hace referencia al área de lectura, la ganancia al rango de lectura para dirigirla solo a ciertas etiquetas y la polarización que es la orientación de la transmisión del campo electromagnético [9].

3.2.COMUNICACIÓN RFID

Los sistemas RFID utilizan un sistema de comunicación bidireccional entre la antena del *reader* y el *tag*. La tecnología funciona de tal forma que el lector transmite una señal interrogadora por ondas de radiofrecuencia, esta señal envía energía y datos (pregunta) al *tag*. Las ondas se transmiten a través de la antena del *reader*, alimentando al *tag*, que responde transmitiendo la información contenida en la memoria. El lector captura los datos de la etiqueta y los envía a un ordenador, donde un Software especializado los procesa y almacena. En la Fig. 2, se observa el flujo del funcionamiento [9].

Figura 2. Comunicación entre etiqueta, antena, lector y *Software*.



4. METODOLOGÍA

Esta investigación según su objeto de estudio es de tipo aplicada, lo que implica que durante el desarrollo de este proyecto existen etapas de experimentación, que requieren la combinación de ciertos aspectos teóricos, metodológicos y técnicos. Es importante especificar el protocolo de investigación que se tomó como referencia para la realización del proyecto ya que constituye la base para futuros proyectos de esta misma línea.

El protocolo tenido en cuenta incluye la elaboración de un prototipo desarrollado en la Universidad Industrial de Santander dentro de un ambiente controlado para realizar las pruebas correspondientes; a través del cual se analizaron los equipos adecuados para aplicaciones en logística y el funcionamiento de la tecnología. La segunda fase del protocolo hace referencia a la prueba piloto ejecutada en la empresa en la cual se tuvo en cuenta los resultados obtenidos del prototipo y se agregaron algunos ajustes.

5. DISEÑO Y AJUSTES PRELIMINARES DE LA PRUEBA PILOTO

La prueba piloto se llevó a cabo en las instalaciones del CEDI de Comertex con una duración de un mes teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Se seleccionan los equipos de la tecnología RFID adecuados para las condiciones del CEDI de Comertex.
- Se determinan los procesos internos sobre los cuales se aplica la tecnología.

5.1.EQUIPOS SELECCIONADOS

Para obtener buenos resultados en la ejecución de la prueba piloto, se realizó un estudio acorde con las necesidades de la empresa para determinar cuáles son los equipos que cumplen con lo especificado en los objetivos, teniendo en cuenta la regulación y estandarización para la asignación de frecuencias y potencias dada por el organismos internacionales que para el caso de Colombia es la FCC (Federal Communications Commission), dando como resultado:

5.1.1. Lector móvil Motorola® MC9190 – Z

Está diseñado para trabajar en ambientes hostiles, su diseño permite soportar caídas de hasta 1.8 metros. Su pantalla LCD es resistente al polvo, presenta un sistema antibrillo que permite obtener lecturas óptimas incluso a plena luz del día.

Este lector cuenta con un rango de lectura nominal hasta de 9,14 metros, lo que lo hace eficiente para la toma de inventarios, también cuenta con un rango de escritura nominal de 1.22 metros como máxima distancia, permitiendo cambiar el código electrónico de producto (EPC) de los productos en el momento que se desee. Además, trabaja en un rango de frecuencias de 902-928 MHz, tomando en cuenta el estándar americano. Utiliza una antena linealmente polarizada que emite un campo de radiación en forma de cono de 70 grados aproximadamente. También maneja una potencia de salida de 3 Watts EIRP. Entre las características básicas de rendimiento del lector se encuentran: Procesador Marvell PXA320 a 806 MHz, memoria (RAM/ROM) de 256 MB/1 GB y sistema operativo Microsoft Windows Mobile 6.5 [11].

Este dispositivo hace parte de los equipos seleccionados para implementar la prueba piloto en el CEDI ya que posee gran sensibilidad al momento de detectar señales provenientes del *tag*, identificando los productos en cualquier punto de la bodega. También permite su operación en entornos con presencia de más lectores RFID accediendo a la información de los productos que se desee sin interferir con otros procesos que se estén llevando en paralelo con más lectores, no permite la conexión de antenas externas; lo que hace que su rango de lectura sea más corto pero a la vez más focalizado, logrando así la identificación de un solo *tag* si se desea. Para la comunicación con el servidor utiliza protocolos de comunicación WIFI permitiendo el flujo de información correspondiente a los procesos logísticos que se desarrollan en la bodega.

5.1.2. Lector RFID UHF C1G2 Impinj® R420

El lector está diseñado para soportar ambientes pesados y gracias a su tamaño compacto, puede ser ubicado en casi cualquier parte. La fuente de alimentación del lector Impinj R420 utiliza el sistema PoE (*Power over Ethernet*), conectando en el puerto *Ethernet* un cable de red trenzado UTP, también cuenta con cuatro puertos de antenas monoestáticos que permiten conectar las antenas utilizadas para la comunicación entre el *software* y las etiquetas, posee además diferentes modos de funcionamiento que permiten configurarlo dependiendo de la aplicación que se esté manejando, dando como resultado un escaneo permanente o la activación del mismo cuando detecta alguna etiqueta.

La lectura de las etiquetas puede hacerse utilizando una antena o las cuatro, ya que el lector permite habilitar o deshabilitar los puertos de antenas monoestáticos, también se pueden modificar las potencias a las que operan cada antena, dependiendo del área que se quiera cubrir, del número de etiquetas a leer o de la aplicación que se esté manejando [12].

En la elección de este equipo se tuvo en cuenta la capacidad que posee para seleccionar la señal proveniente del *tag* dentro de una serie de señales de diferente longitud de onda y frecuencia disminuyendo la probabilidad de interferencia. Además, la capacidad de detectar y seleccionar las señales provenientes de diversos *tags* al mismo tiempo teniendo en cuenta que estos se encuentran a diferentes distancias. Dada la capacidad que tiene este dispositivo

para la conexión de múltiples antenas, se cuenta con una amplia área de cobertura convirtiéndolo en una herramienta muy útil para detectar grandes densidades de etiquetas.

5.1.3. Impresora RFID UHF C1G2 Zebra® RZ400

Permite imprimir etiquetas utilizando el diseño visual que se desee, las codifica e integra con el sistema desarrollado. Permite además, integrar a la etiqueta el código de barras que se desee [13].

Cuenta con una resolución de impresión de 12 puntos/mm, memoria de 16 MB de DRAM y 8 MB de memoria *Flash*, procesador de 32 bits con indicaciones para el operador codificadas por color y velocidad de impresión de 5 pulgadas (in) por segundo.

Después de hacer seguimiento al proceso de recepción de mercancía en el CEDI, se determinó que diariamente ingresan en promedio mil rollos de tela, por esta razón usar una impresora como la mencionada es buena opción para el desarrollo de la prueba piloto debido a que no se requiere un volumen grande de etiquetas ni velocidad al imprimirlas. Además, gracias a la posibilidad de elegir el modo de impresión, se encuentra versatilidad de acuerdo a la aplicación, siendo la impresión por transferencia térmica la utilizada en la prueba piloto debido a que el tiempo de vida de las etiquetas resulta mayor comparado con la impresión por transferencia directa.

5.1.4. Antena RFID Laird® S9028PCL/R

Posee una ganancia de 9 dBic, logrando lecturas de hasta 5 m., su peso es 0,793 Kg. y sus dimensiones físicas son: 0,259 x 0,259 x 0,05 m., lo que la hace liviana y excelente para situarlas en portales RFID. Por su patrón de radiación presenta un ángulo de apertura máximo de 70 grados.

Las antenas de referencia Laird S9028PCL S9028PCR presentan un bajo costo, permiten acoplarse de forma eficiente con los otros elementos de la tecnología RFID y son útiles en aplicaciones de logística; estos dispositivos son de polarización circular, que las hace excelentes para la aplicación, ya que permiten obtener lecturas eficientes sin tener en cuenta la orientación de las etiquetas, trabajan en el rango de frecuencias (902-928MHz)

establecido para su comunicación; su forma y estructura compacta permiten adaptarlas en lugares donde exista presencia de polvo o suciedad, humedad, entre otros [14].

5.1.5. Etiquetas AD-224

El *tag* AD-224 cuenta con el *chip* NXP UCODE G2XL que lo hace versátil en el momento de almacenar datos, con una capacidad de 64 bits. Es una etiqueta de tipo pasivo, que presenta mayor vida útil comparándola con una etiqueta de tipo activo. Está compuesta por tres capas, en la primera se realiza la impresión de los datos relativos al producto, en la siguiente está localizado el chip RFID y la última que está construida de un material conductor. Cuenta con un tamaño adecuado de 95 x 8.15 milímetros y peso liviano ideal para aplicaciones como: cadena de suministro, inventarios, logística, ropa, entre otras [15]. La referencia mencionada es útil para ser adherida a materiales diferentes de agua y metales, gracias a esto y a su tamaño es ideal para colocarla en los rollos de tela utilizados en la prueba piloto, permitiendo visualizar de forma clara la información correspondiente a cada producto como código de barras, referencia, código EPC y cantidad en metros.

5.2. PROCESOS LOGISTICOS

Teniendo claro cuáles son los elementos que intervienen en el sistema de identificación por radiofrecuencia, el principio de funcionamiento y las aplicaciones de la tecnología en general, se realizó un estudio de los procesos actuales en la empresa Comertex S.A. (ver Anexo 1) y a partir de éste, se elaboró una propuesta implementando la tecnología RFID para la mejora en los procesos logísticos (ver Anexo 2). En la tabla 1 se muestra una descripción de ésta propuesta.

TABLA 1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

PROCESO	PROCEDIMIENTO	DESCRIPCION
CONTROL DE ENTRADAS	Generación de la orden de compra.	Se genera la orden en el sistema.
	Verificación de la información.	Pasa la mercancía por el portal de entrada, para hacer el ingreso al inventario.
	Asignación de lugares para el almacenamiento.	En el terminal portátil se carga la información de lo que se va a almacenar.
ALISTAMIENTO	Generación del pedido	En el Sistema se ingresan las cantidades pedidas.
	Asignación del pedido	En el terminal portátil se carga la orden de pedido.
	Búsqueda de la mercancía	En el terminal aparece la relación de las cajoneras donde están los rollos a alistar y la cantidad que éstos que completan el pedido.
CONTROL DE SALIDAS	Lectura del pedido	Se hace pasar la mercancía por el portal de salida
	Escaneo de la lectura	El sistema verifica que tanto las cantidades como las referencias correspondan con el pedido solicitado.
	Actualización del inventario	El sistema descuenta del inventario los productos que abandonan el CEDI.
CONTROL DE INVENTARIOS	Asignación de las cajoneras a leer.	En el sistema se asignan las cajoneras y el encargado de tomar el inventario a las terminales portátiles.
	Escaneo de las etiquetas	En las terminales portátiles aparecen las respectivas cajoneras y se leen los rollos correspondientes.
	Actualización de la información en la base de datos	En la base de datos del sistema se genera un reporte con las existencias encontradas.

En la tabla 2 se encuentra la relación entre los procesos y los equipos utilizados en la prueba piloto.

TABLA 2 . EQUIPOS Y PROCESOS

PROCESO	EQUIPOS USADOS
Recepción	Impresora, portal de entrada
Alistamiento	Terminal portátil
Despacho	Terminal portátil, portal de salida
Inventario físico	Terminal portátil

5.3.DISEÑO DE PORTALES

El diseño de los portales integra dos componentes fundamentales, el primero hace referencia al diseño de las estructuras físicas que se instalaron en el CEDI para soportar las antenas de los *readers* y generar un área de lectura óptima; el segundo, presenta el diseño técnico donde se incluyen los análisis realizados a partir de la propagación de las ondas electromagnéticas para realizar la comunicación entre los *tags* y el sistema de información.

5.3.1. Diseño físico

Debido al gran flujo de mercancía en las instalaciones del CEDI de Comertex; se analizaron los lugares de mayor presencia de personal en el momento de recepción y despacho de mercancía con el fin de seleccionar de forma adecuada el sitio final de los portales RFID (antenas, *reader*, conectores, cables, etc.), dando como resultado dos puntos clave para tal fin. El primero es un pasillo (túnel, llamado así por la empresa) por donde circula la mercancía una vez se han llevado a cabo algunas actividades de la empresa como conteo, etiquetado, reempaque, entre otras, para ser almacenada posteriormente; el túnel cuenta con las siguientes dimensiones: 3.66 metros de ancho y 3.25 metros de alto; se escogió este sitio para instalar el portal de entrada con el propósito de identificar la mercancía que ingresaba al CEDI; por sus características de dimensiones y aprovechando los recursos que ofrece el sitio, se llegó al diseño de la Fig. 3. En el anexo 4 se incluyen las imágenes del soporte instalado en la empresa.

El segundo punto clave en el estudio fueron “las jaulas” que presentan una altura de 3 metros y 2.50 metros de ancho. El CEDI cuenta con 4 jaulas habilitadas para recibir y despachar mercancía, así que todo lo que abandone las instalaciones de éste debe pasar por alguno de estos lugares. Teniendo en cuenta aspectos como dimensiones, flujo de trabajadores, flujo de máquinas, etc., se determinó la forma de la estructura que debía tener el portal dos o portal de salida (Ver Anexo 5), que cumpliría con el objetivo de descontar del inventario los productos que han sido solicitados por los clientes de Comertex, en la Fig. 3 se aprecia el diseño de la estructura.

Figura 3. Diseño del soporte para antenas y portal de salida.



Los soportes diseñados para la ubicación de las antenas en ambos portales permiten ajustar la posición de las mismas con dos grados de libertad haciendo que se tengan diferentes resultados en el momento de hacer pruebas de lectura.

5.3.2. Diseño técnico

Cuando se utilizan tecnologías de identificación de productos por radiofrecuencia para optimizar procesos logísticos, es necesario garantizar lecturas del cien por ciento [16] , para evitar inconvenientes como atrasos en tiempos, pérdida de mercancía y desconocimiento de existencias; por esta razón, todos los componentes de la tecnología deben operar de tal forma que se obtengan los mejores resultados.

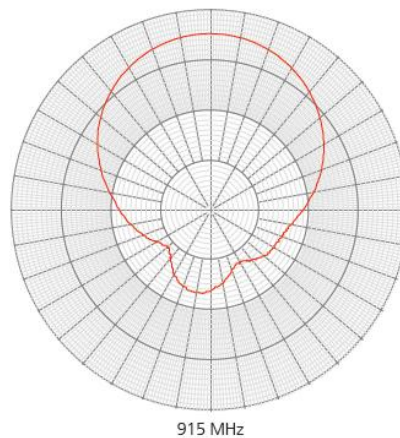
Variar la posición de las antenas es una buena forma de ajustar los parámetros de diseño de un portal en un sistema RFID, sin embargo esta tarea puede convertirse en algo complejo, ya que estos dispositivos son muy sensibles y deben ubicarse de tal forma que tanto la transmisión de datos hacia la etiqueta como la recepción sean óptimas, logrando el mayor área de cobertura; otro aspecto que debe tenerse en cuenta cuando se trabaja con antenas es la potencia radiada (EIRP), ya que debe asegurarse que sea la apropiada según las normas reglamentarias de cada país, así para Colombia la máxima potencia permitida para este tipo de aplicaciones es de 4 W(Ley 1341 de 2009) [17].

Con el fin de encontrar la posición y potencia de radiación adecuadas (*tags* leídos en su totalidad con la menor potencia), se realizaron algunas pruebas variando la orientación de las antenas dentro de los portales, la distancia de separación entre ellas, el ángulo de inclinación y la potencia entregada. En estas pruebas se tomó el reporte de las lecturas entregado por el demo Multireader archivo.csv y a través del *software* MATLAB se analizó para concluir acerca de la posición que generará las mejores lecturas. Con el fin de analizar los factores que intervienen en la propagación de ondas electromagnéticas se utilizó la ecuación de Friis que permite obtener una descripción matemática de la potencia recibida por el *tag* RFID desde la antena del *reader*. Utilizando el teorema de trazado de rayos se realizó el diagrama de radiación para encontrar el área de lectura óptima y a través del diagrama de directividad de campo lejano se analizó el comportamiento de las antenas en relación a sus parámetros electrónicos y físicos para determinar el comportamiento de las ondas electromagnéticas [18].

5.3.2.1. Análisis de patrón de radiación

Una buena opción para conocer la dinámica de las antenas y poder optimizar los parámetros de rendimiento es conocer su comportamiento; con ayuda de la hoja de datos del dispositivo suministrado por el fabricante se pueden analizar aspectos como el campo de radiación electromagnético, la ganancia y la directividad. La fig. 4 muestra el diagrama polar de la antena Laird S9028PCL/R.

Figura 4. Diagrama de directividad de campo lejano.



A partir del diagrama de directividad obtenido (Fig.4) se puede aproximar el comportamiento que describen las antenas para continuar con el análisis de cobertura, tomando el ángulo de apertura como punto de partida.

5.3.2.2. Análisis del área de cobertura

Para determinar el área de mayor concentración de energía en los portales, se utilizó la técnica de análisis de propagación por trazado de rayos teniendo en cuenta el ancho de haz de las antenas suministrado por la hoja de datos del fabricante (70 grados), las dimensiones y la estructura de cada portal para ajustarse al caso más favorable [19]. Gracias a que la técnica de análisis de propagación por trazado de rayos se basa principalmente en geometría para calcular el área de cobertura [20] [21], basta con conocer las dimensiones de

los portales, el patrón de radiación de las antenas y las restricciones que se presentan sobre las estructuras y los productos, para hallar la mejor zona de lectura [19].

Después de analizar diferentes configuraciones por medio de la técnica de propagación, la estructura del portal de entrada y las condiciones de trabajo, se logró la posición adecuada para las antenas; la configuración que mayor área cubre se muestra en las Fig. 5 y Fig. 6.

Figura 5. Configuración final para las antenas en el portal de entrada

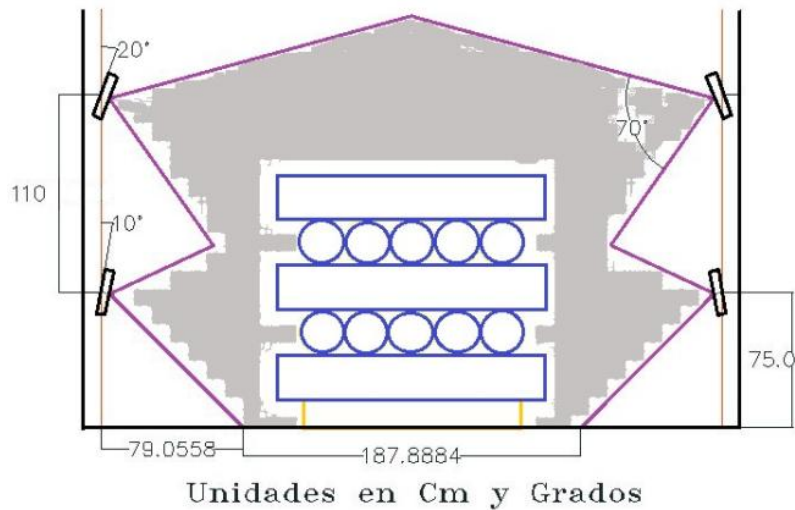
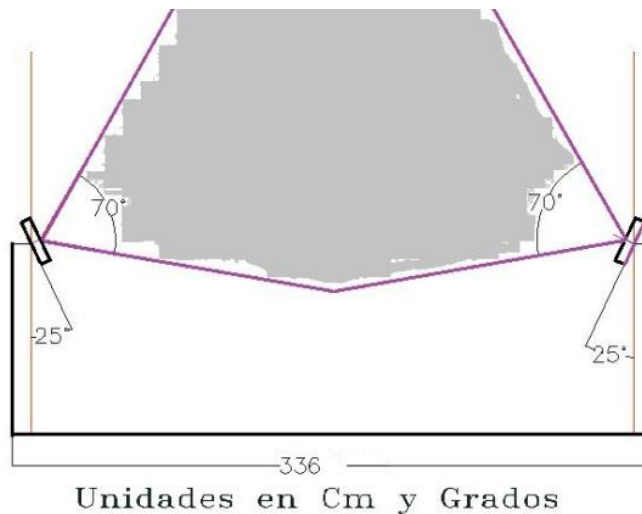


Figura 6. Configuración final para las antenas en el portal de entrada, vista superior.



El análisis consistió en variar el ángulo de inclinación (Fig. 5) de las antenas y la distancia de éstas, teniendo como referencia el piso y la separación entre ellas. Las antenas que se encuentran en la parte inferior fueron fijadas a una distancia de 75 centímetros respecto al piso debido a restricciones físicas de la estructura; a partir de esto, se varió la distancia de separación de 1.10 metros. Se consigue con esto concentrar la mayor energía entregada por las antenas en el área por donde circularán las estibas que contienen los rollos de tela, buena cobertura en la parte superior abarcando estibas con rollos que alcanzan 1.60 metros de alto y menor zona de no cobertura (80 centímetros por los dos lados).

Para el portal de salida se realizó el mismo procedimiento, sin embargo, cabe resaltar que las dimensiones de este portal son diferentes al analizado anteriormente y la estructura igualmente difiere en su forma. El portal de salida debe tener la capacidad de leer todas las etiquetas de los rollos que pasan a través de él, para lograrlo se ubicaron las antenas inferiores a una distancia de 30 centímetros en relación al piso y se giraron con un ángulo de 25 grados de forma ascendente (Figura 7), tomando como origen el centro de la antena; de igual manera, las antenas superiores se giraron con el mismo ángulo pero de forma descendente (Figura 7). La distancia de separación entre antenas es de 1.10 metros, las Fig. 7 y Fig. 8 muestran la configuración final para el portal de salida.

Para los dos portales el objetivo fundamental fue cubrir la mayor área, teniendo en cuenta el patrón de radiación de las antenas, las restricciones de las estructuras y las dimensiones de los productos utilizados para las pruebas.

Figura 7. Configuración final para las antenas en el portal de salida

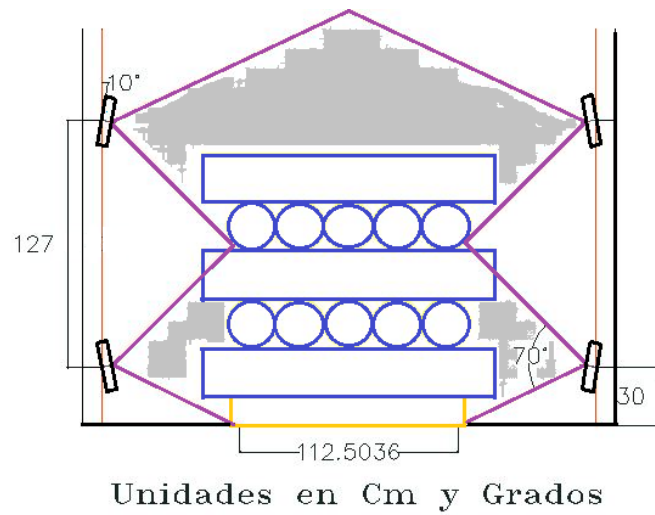
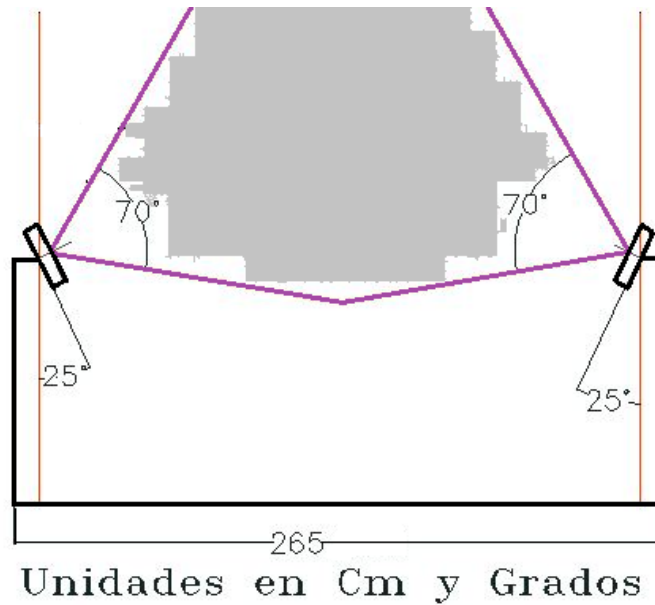


Figura 8. Configuración final para las antenas en el portal de salida, vista superior



5.3.2.3. Análisis del sistema de comunicación

Cabe mencionar que la potencia con la cual los *tags* son leídos no es la transmitida por el *reader*, debido a que existen elementos que intervienen en la generación y propagación de

la potencia final que es irradiada para crear el área de cobertura. Para determinar el valor de la potencia que es irradiada se utiliza la ecuación:

Donde:

$$\frac{[dBm]}{[dBm]} \cdot [dB] \cdot [dBi]$$

La potencia del *reader* es un parámetro que se puede variar según las necesidades de cobertura, la ganancia de la antena es un dato suministrado por la hoja de datos del fabricante del dispositivo y las pérdidas en los cables son iguales a 0.542 dB/m.

Según el diseño de los portales, las antenas ubicadas en el extremo opuesto al *reader* necesitaron de cinco metros de cable para lograr la conexión con este. Teniendo en cuenta estos parámetros y empleando la ecuación (1) se determinó la potencia máxima irradiada por el *reader* para cada uno de los portales.

Portal de entrada

Portal de salida

- Ecuación de Friis

La ecuación de Friis proporciona una descripción matemática de la potencia recibida por el *tag* RFID desde la antena del *reader* [7].

$$\frac{|r_T|}{|r_R|^2} |\widehat{P}_T \cdot \widehat{P}_R|$$

Donde:

Es la potencia recibida por el *tag*

Es la potencia transmitida por el *reader*

Ganancia angular transmitida por el *reader*

Ganancia angular recibida por el *tag*

Longitud de onda

Indica coeficiente de reflexión transmitida

Indica coeficiente de reflexión recibida

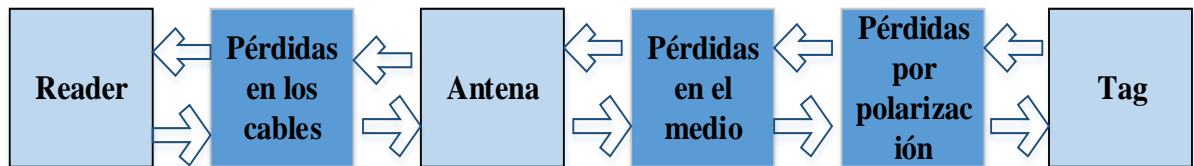
$|\widehat{P}_T \cdot \widehat{P}_R|^2$ Es el factor de pérdidas por polarización (PLF)

La ecuación de Friis expresada en escala logarítmica quedaría:

$$\log\left(\frac{P_R}{P_T}\right)$$

Dadas las condiciones físicas en las cuales se desarrolló el piloto, no es posible calcular un valor exacto para la potencia recibida por los *tags*; sin embargo, al emplear la ecuación de Friis se identifican los factores que intervienen en el sistema de comunicación entre el *reader* y los *tags*. A continuación se muestra el sistema en un diagrama de bloque.

Figura 9. Diagrama de bloques del sistema de comunicación.



El primer aspecto a tener en cuenta para el análisis de la potencia recibida por el *tag* es la potencia que entrega el *reader*, variando su valor de 10 a 30 dBm dependiendo de la aplicación que se desee y de la normativa de cada país, el segundo factor son las pérdidas en los cables que se deben a la transmisión de datos en un medio guiado, el tercero hace referencia a la ganancia de la antena que está dada por el fabricante (9dBi), el cuarto hace

referencia a las pérdidas presentes en el medio descrito por la ecuación (4), el quinto aspecto son las pérdidas por polarización que para efectos del piloto fueron de 3dB debido a que la polarización de la antena del *reader* es circular y la del *tag* es lineal y finalmente se considera la ganancia del *tag* (2.2dBi).

5.3.3. Descripción de la prueba realizada

Para la prueba se tomaron dos estibas, una con rollos grandes (50 centímetros de radio y 1.5 metros de largo) y homogéneos (15 rollos de Polybon) y la otra con rollos pequeños (15 centímetros de radio y 1.10 m. de largo, 40 rollos de calidades), con el fin de cubrir los casos extremos que se presentan en la empresa en el momento de hacer pasar los rollos por los portales entre los cuales se encuentra cubrir las estibas más altas (caso de los rollos grandes y homogéneos, con altura promedio de conjunto de 1.60 metros), permitir lecturas de estiba no muy altas (en promedio 70 centímetros) y con alta densidad de etiquetas (50 etiquetas). Además, se planteó cuatro escenarios variando ángulo de inclinación y distancia de separación entre antenas. El objetivo principal es observar las variaciones de las lecturas obtenidas y encontrar la posición para un área de lectura óptima.

Las pruebas se realizaron en los dos portales, considerando que las dimensiones y arquitectura de los mismos son diferentes y tanto la ubicación de las antenas como la potencia radiada son independientes para cada uno.

Los escenarios descritos en el anexo 4 son equivalentes para ambos portales y se hicieron variando la potencia transmitida desde el *reader* comenzando con la mínima que es 10dBm, después 12dBm y a partir de este valor se aumentó 3dB cada lectura hasta llegar a 30dBm que es la máxima potencia suministrada por el *reader*.

Las antenas ubicadas en la parte inferior para los dos portales requirieron de 3 dB más que las antenas superiores, con el fin de lograr lecturas en estibas con alta densidad de etiquetas. Para determinar la potencia con la cual trabajan las antenas inferiores se usó la siguiente ecuación:

Siendo X la potencia transmitida por las antenas superiores.

5.3.3.1.Resultados de la prueba

En las tablas 3 y 4 se registran los porcentajes de lectura correspondiente a cada una de las referencias bajo condiciones de potencia emitida por el lector y para cada una de los escenarios descritos anteriormente, además del portal al que pertenece cada prueba. El dato de la cantidad de rollos que contiene cada referencia es el principal factor, ya que permite establecer el porcentaje de lectura y determinar cuál es la mejor configuración para las antenas.

TABLA 3 PORCENTAJE DE TAGS LEÍDOS PARA EL PORTAL DE ENTRADA

PORTAL DE ENTRADA	POTENCIA	PORCENTAJE DE TAGS LEIDOS					
		CALIDADES			POLYBON		
		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
	10	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0
	15	2,5	2,5	7,5	13,3	13,3	6,67
	18	25	15	22,5	46,7	46,7	40
	21	55	52,5	62,5	73,3	73,3	86,7
	24	87,5	92,5	100	86,7	100	100
	27	100	100	100	100	100	100
	30	100	100	100	120	100	100

Utilizando la tabla 3 como base para fijar el escenario más favorable, se determinó que para potencias a partir de 24 dBm emitidas por el *reader* y en el escenario número tres para las dos líneas de productos presentaron lecturas del cien por ciento.

De igual forma, según los datos consignados en la tabla 4 se determinó que el escenario con el cual se lograron lecturas del cien por ciento para el portal de salida es el número tres con potencias a partir de 21dB.

TABLA 4 PORCENTAJE DE TAGS LEÍDOS PARA EL PORTAL DE SALIDA

	POTENCIA	PORCENTAJE DE TAGS LEIDOS					
		CALIDADES			POLYBON		
		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 4	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 4
PORTAL DE SALIDA	10	10	5	5	0	0	6,7
	12	22,5	15	15	6,67	6,67	26,7
	15	55	57,5	55	40	26,7	53,3
	18	80	80	87,5	73,3	86,7	86,7
	21	97,5	92,5	100	100	100	100
	24	100	100	100	100	100	100
	27	100	105	103	113	113	113
	30	115	123	120	153	193	213

5.3.3.2. Análisis de resultados

Teniendo establecidos los rangos para los cuales las lecturas son óptimas, herramientas computacionales como Matlab sirven como filtro para una aproximación a la configuración final. A continuación se presentan los resultados para los diferentes escenarios al variar la potencia de las antenas en cada uno de los portales.

- **Análisis con MATLAB**

Se desarrolló un programa con el fin de analizar los datos arrojados por el demo *Multireader* (.csv), tomando los valores del EPC, número de veces que fue leído el *tag* y la media aritmética del RSSI (Indicador de Fuerza de la señal recibida) dando como resultado las siguientes graficas donde se aprecia la relación entre la media aritmética RSSI y el identificador de cada *tag*.

Figura 10. Relación entre RSSI y EPC para calidades en el portal de entrada.

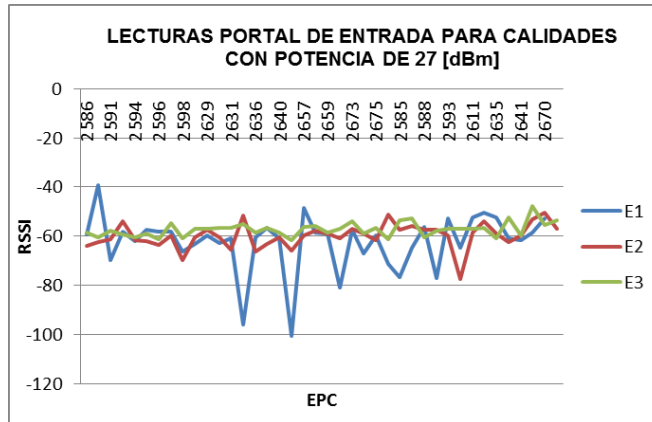
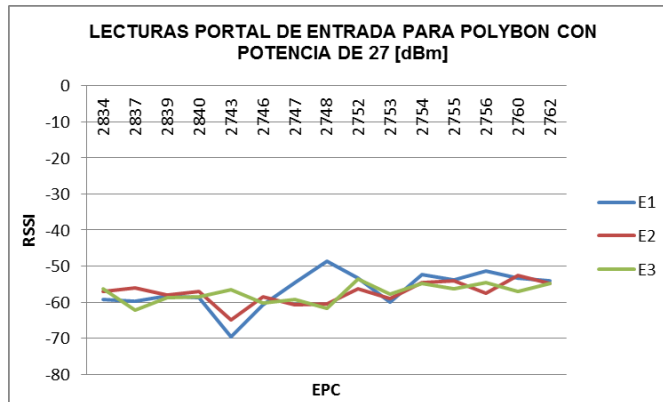


Figura 11. Relación entre RSSI y EPC para POLYBON en el portal de entrada



En las Fig. 10 y 11 se aprecian los diferentes valores de RSSI para las etiquetas leídas según la referencia, después de variar la potencia y la posición en las antenas en el portal de salida; se concluye que el escenario 3 (E3) con una potencia de 27 dBm presentó los mejores resultados para las dos referencias trabajadas, ya que al obtener en las lecturas un valor de RSSI muy negativo la comunicación entre los *tags* y las antenas es propensa a pérdidas de información.

En el caso del portal de salida, la configuración que arrojó los mejores resultados teniendo en cuenta el mismo criterio del portal de entrada fue la situación 4 con potencia de 24 dBm. Estos resultados se evidencian en las Fig. 12 y 13, a continuación.

Figura 12. Relación entre RSSI y EPC para calidades en el portal de salida.

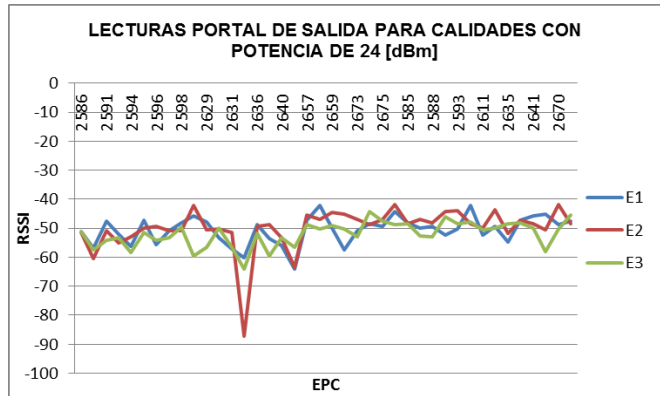
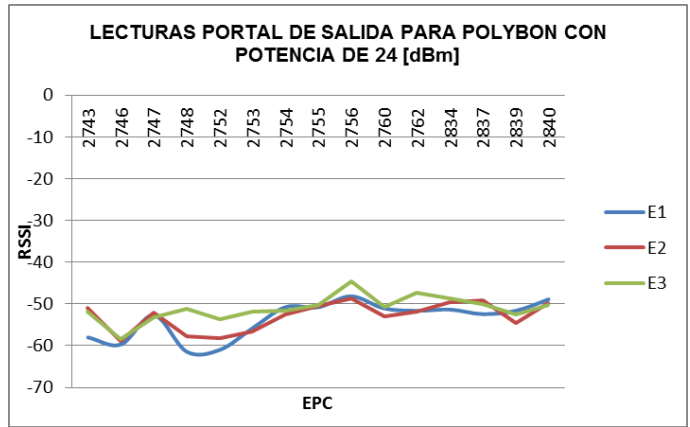


Figura 13. Relación entre RSSI y EPC para POLYBON en el portal de salida.



5.4. DISEÑO DEL SOFTWARE

Una vez ajustados los equipos y elementos que hacen parte de un sistema de identificación de productos por radiofrecuencia, es necesario adaptarlos a los requerimientos y necesidades de la empresa a través de herramientas software que permiten hacer este empalme. En logística se usa el término WMS (*Warehouse Management System*) para referirse al Software de administración de bodega y cumple con varias funciones como administrar el ingreso y salida de la mercancía, especificar el lugar para ubicar los productos, organizar el trabajo y contribuir en la reducción de tiempos.

Para el caso de la prueba piloto, se desarrolló un WMS que hace parte del proyecto macro y permite integrar los equipos como lectores, impresoras, etiquetas y antenas a los procesos logísticos de recepción, despacho, alistamiento e inventario físico creado por la UIS.

El software desarrollado por la Universidad cuenta con cuatro módulos generales, que se encargan de cubrir todas las operaciones logísticas. El *Software* permite integrar todos los dispositivos de la tecnología RFID logrando su comunicación a través de la red de datos inalámbrica.

El sistema se planteó para trabajar en un ambiente web funcionando en cualquier navegador, a través de ventanas emergentes usando el lenguaje PHP5, para el desarrollo del entorno web se utilizó lenguajes HTML y CSS3, que permiten crear el contenido de la página web, añadiendo texto, gráficos, tablas, etc.

Este *software* tiene la capacidad de conectarse con la impresora para programar e imprimir los *tags*, establecer comunicación con las terminales portátiles (lectores móviles) para determinar lugares de almacenamiento, a través de los portales verificar la entrada y salida de mercancías y constatar en tiempo real las existencias en el CEDI.

6. EJECUCIÓN DE LA PRUEBA PILOTO

La prueba piloto se llevó a cabo en las instalaciones del CEDI de Comertex en un periodo de un mes, contando con la ayuda y supervisión del personal de logística de la empresa. La prueba inicia con la toma de inventario a 54 referencias para un total de 2210 rollos de tela que representan el 5% del total de existencias; para agilizar el proceso y evitar recolección de datos en forma manual, se tomó la lectura del código de barras presente en cada rollo invirtiendo un total de 6 horas y con la colaboración de 6 personas; en esta toma de inventario se encontraron varios inconvenientes como etiquetas rotas, sucias y en mal estado, además que en algunos productos la identificación no estaba actualizada, en cuyo caso se debía ingresar la información del producto manualmente.

Para no entorpecer y retrasar el funcionamiento normal de las labores en la empresa, se desarrolló el piloto en paralelo con los procesos de la misma, así cuando al CEDI de Comertex ingresaba mercancía, se relacionaba de forma inmediata en el *software* diseñado con el fin de actualizar la base de datos; de igual forma, cuando los clientes de Comertex requerían algún producto y estos correspondían con los empleados para el piloto se realizaban los respectivos trámites para posteriormente ser despachados. El movimiento de la mercancía (entradas y salidas) se actualizaba constantemente en la base de datos del WMS desarrollado para Comertex, por esta razón se creó un módulo para realizar inventarios y poder conocer en cualquier momento las existencias; en el anexo 6 se detallan las referencias utilizadas.

En general, la tabla 5 resume lo realizado en cada proceso para la prueba piloto.

7. RESULTADOS DE LA PRUEBA PILOTO

Para demostrar el desempeño y el funcionamiento de la tecnología de identificación de productos por radiofrecuencia en la gestión de los procesos internos de la empresa Comertex, se analizaron los resultados obtenidos a través de la implementación del piloto comparando los procesos de recepción, alistamiento, despacho e inventario físico realizados de forma manual con los desarrollados a través de la tecnología teniendo en cuenta aspectos como número de operarios, tiempo, trámites y costos.

Luego de la implementación de la prueba piloto se observaron algunas mejoras, resumidas en la tabla 5.

TABLA 5 MEJORAS OBSERVADAS

MEJORAS OBSERVADAS	DESCRIPCIÓN
Exactitud en los despachos	El <i>software</i> permite crear perdidos con la cantidad requerida por el cliente; de ésta forma las dos partes se ven beneficiadas ya que se entregan pedidos completos.
Tiempos de despacho	Se observó una reducción en los tiempos de salida de mercancías, gracias a que se eliminaron algunos trámites y se conocía la ubicación de los productos.
Control de tareas	La tecnología RFID permite llevar un control sobre las tareas que se están realizando, permitiendo asignar operarios al desarrollo de una actividad en específico.
Trazabilidad de la mercancía (rollo a rolo)	Con la implementación de la tecnología RFID se logró identificar cada uno de los rollos permitiendo conocer la ubicación de éstos en la empresa.

Gracias a que el piloto se desarrolló en paralelo con los procesos de la empresa, se almacenó en la base de datos del software desarrollado la información correspondiente al

flujo de mercancía en el CEDI durante el desarrollo de la prueba; en las tablas 6 y 7 se muestran los resultados.

La tabla 6 registra los datos correspondientes a las recepciones y despachos realizados durante la prueba piloto; dando como resultado un total de 505 rollos de tela que ingresaron a las instalaciones y un total de 794 rollos despachados que suman 137.104,96 metros de tela.

Otra ventaja al usar tecnologías de identificación de productos por radiofrecuencia es la reducción de costos, reflejada en la disminución de recurso humano, tiempo y equipos. La Fig. 16 muestra un paralelo entre las diferentes operaciones y los gastos que demanda la empresa en el momento de tomar inventarios donde se refleja una vez más la ventaja que RFID tiene frente a otras tecnologías.

TABLA 6 .CONTROL DE RECEPCIONES Y DESPACHOS

FECHA	RECEPCIÓN ROLLOS	DESPACHO	
		ROLLOS	METROS
15 de Julio 2013	41	110	12587,12
16 de Julio 2013	47	47	8503,04
17 de Julio 2013	0	19	5400
18 de Julio 2013	0	21	5653,62
19 de Julio 2013	54	95	18513,18
22 de Julio 2013	185	143	15118,68
23 de Julio 2013	0	91	16699,32
24 de Julio 2013	0	63	17250
25 de Julio 2013	0	64	10660
26 de Julio 2013	178	29	4520
29 de Julio 2013	0	21	6800

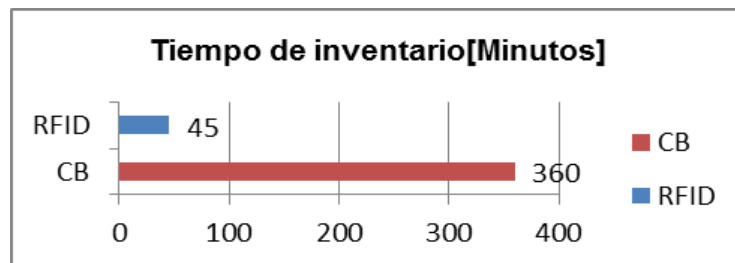
30 de Julio 2013	0	58	10150
31 de Julio 2013	0	33	5250

En la tabla 7 se muestran los datos correspondientes al control de inventarios.

TABLA 7.CONTROL DE INVENTARIOS

INVENTARIO	CANTIDAD DE ROLLOS	TIEMPO	RECURSOS EMPLEADOS	TECNOLOGIA
Inicial	2210	En promedio 9 minutos por cajonera. Un total de 6 horas invertidas.	6 personas 2 Elevadores 2 Computadores portátiles 2 Lectores de Código de barras	Código de barras
Final	1588	En promedio 20 segundos por cajonera. Un total de 45 minutos invertidos.	1 Elevador 2 Terminales portátiles 3 Personas	RFID

Figura 14. Relación de tiempo invertido en inventarios con cada tecnología.



8. CONCLUSIONES

El seguimiento y análisis de los procesos logísticos en la empresa Comertex S.A. permitieron realizar un diagnóstico de las falencias en cada proceso y desarrollar una propuesta adecuada que integrara tecnología de RFID para suplir las necesidades de la empresa; además permitió entregar pautas para el diseño del *software* teniendo en cuenta los requerimientos del CEDI.

Al estudiar y analizar las actividades desarrolladas en el CEDI de Comertex, se seleccionaron los equipos adecuados para el cumplimiento de la prueba piloto de tal forma que no se sobredimensionaran las especificaciones técnicas de los lectores, antenas y etiquetas teniendo en cuenta los requerimientos físicos de la bodega y además se adecuaron a los procesos logísticos estableciendo una perfecta comunicación entre los componentes de la tecnología RFID.

Teniendo en cuenta el volumen de referencias que maneja la empresa, se seleccionó un porcentaje significativo de productos de la línea de los no tejidos, punto y plano; tomando como punto de partida la comercialización de estos productos en el mercado, con el fin de encontrar resultados significativos dentro del CEDI para determinar la viabilidad de la tecnología al interior de la bodega.

La prueba piloto llevada a cabo en las instalaciones del CEDI de Comertex S.A. cumplió con las expectativas planteadas para la tecnología, logrando reducir tiempos en la ejecución de las tareas de la empresa, llevar trazabilidad de los productos (rollo a rollo), mayor confiabilidad en el ingreso y despacho de mercancía. También se muestra como herramienta fundamental en el momento de realizar inventarios físicos.

Este proyecto establece las bases para mejorar los procesos logísticos y modernizar la forma de operar de Comertex S.A., lograr posicionar la empresa, hacerla más competitiva frente a otras empresas del sector textil, además de convertirla en pionera de ésta tecnología en Santander.

9. CITAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] D. Prasad Dash, «Supply Chain Management: The RFID Advantage,» *The IUP Journal of Supply Chain Management*, vol. VIII, nº 4, 2011.
- [2] A. Correa Espinal, C. E. Álvarez López y R. A. Gómez Montoya, «Sistemas de identificación por radiofrecuencia, código de barras y su relación con la gestión de la cadena de suministro,» *Estudios Gerenciales*, vol. 26, nº 116, pp. 115-141, 2010.
- [3] M. M. Gómez Rosales , C. Pinzón Mariño, D. Ruiz Ojeda y S. J. Saaibi Serrano, *Mejoramiento de los procesos logísticos Fase 1*, Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011.
- [4] S. Kumar , B. Kadow y M. Lamkin, «Challenges with the Introduction of Radio-Frequency Identification Systems into a Manufacturer's Supply Chain - a Pilot Study,» *Enterprise Information Systems*, vol. V, nº 2, pp. 235-253, 2011.
- [5] M. Caldeira Pedroso, R. Zwicker y C. A. De Souza, «Adoção de RFID no Brasil : Um Estudo Exploratório,» *Revista de Administração Mackenzie*, vol. X, nº 1, pp. 12-36, 2009.
- [6] J. E. Arias, «Diseño e Implementación de Mecanismos y Herramientas Conceptuales y Tecnológicas para el Mejoramiento del Sistema Logístico de la Empresa Comertex S.A.,» Bucaramanga, 2011.
- [7] C. Edward Greene, *Area of Operation for a Radio-Frequency Identification (RFID) Tag in the Far-Field*, Pittsburgh: University of Pittsburgh, 2006.
- [8] «Informatica hoy,» [En línea]. Available: www.informatica-hoy.com.ar/rfid/como-funcionan-los-tags-RFID. [Último acceso: 10 Enero 2013].
- [9] K. Finkensteller, *RFID HANDBOOK*, Munich: WILEY, 2003.
- [10] J. Wiley, *Handbook of Smart Antennas for RFID Systems*, Nemaï Chandra Karmakar, 2010.
- [11] MOTOROLA, «Manual de usuario lector de rfid de mano MC9190-Z,» [En línea]. Available: <http://www.motorolasolutions.com/US->

EN/Business+Product+and+Services/Mobile+Computers/Handheld+Computers/M
C9190-Z+RFID.

- [12] IMPINJ, «Hoja de datos del Lector R420,» [En línea]. Available: www.impinj.com. [Último acceso: 5 Septiembre 2013].
- [13] ZEBRA, «Manual de usuario Impresora Zebra RZ400,» [En línea]. Available: <http://www.zebra.com/us/en/products-services/printers/printer-type/rfid/rz-series.html>. [Último acceso: 5 Septiembre 2013].
- [14] Laird Technologies, «Especificaciones técnicas Antena S9028PCR,» [En línea]. Available: www.lairdtech.com. [Último acceso: 5 Septiembre 2013].
- [15] A. DENNISON, «Hoja de datos Etiqueta AD224,» [En línea]. Available: www.rfid.averydennison.com/products/ad-224. [Último acceso: 5 Septiembre 2013].
- [16] E. Ngai, K. Chester, K. K. Moon, L. Chan, P. K. Yeung y M. C. Lee, «RFID Systems Implementation: A Comprehensive Framework and a Case Study,» *Internationa Journal of Production Research*, vol. 48, nº 9, pp. 2583-2612, 2010.
- [17] L. Chamorro y A. Barbosa, *Espectro Abierto para el Desarrollo Estudio de Caso: Colombia*, 2011.
- [18] J. Liu y L. Chen, «Placement of Multiple RFID Reader Antennas to Alleviate the Negative Effect of Tag Orientation,» *IEEE*, nº 18, 2012.
- [19] N. García Fernández, *Modelo de cobertura en redes inalámbricas de interiores*, Oviedo: Universidad de Oviedo, 2006.
- [20] N. Tran-Minh y T. Do-Hong, «Application of Raytracing Technique for Predicting Average Power Distribution in Indoor Environment,» *IEEE*, 2008.
- [21] T. Komljenovic, N. Burum y Z. Sipus, «Raytracing Analysis of Lens Antennas - Practical Approach,» *ELMAR*, 2009.
- [22] E. Gotor Carrasco, *Estado del arte en tecnologías RFID*, Madrid, 2009.
- [23] R. Suwalak y C. Phongcharoenpanich, «Parametric Study of a Circularly Polarized Planar Antenna for Reader of UHF RFID System,» *IEEE*, 2007.

BIBLIOGRAFIA

CORREA Espinal A., ÁLVAREZ López C. E. y GÓMEZ Montoya R. A. Sistemas de identificación por radiofrecuencia, código de barras y su relación con la gestión de la cadena de suministro, En: *Estudios Gerenciales*, 2010 vol. 26, nº 116, pp. 115-141,.

FINKENZELLER K. Rfid Handbook, Munich: Wiley, 2003.

KUMAR S. , KADOW B. y LAMKIN M., Challenges with the Introduction of Radio-Frequency Identification Systems into a Manufacturer's Supply Chain - a Pilot Study, En: *Enterprise Information Systems*, 2011 .vol. V, nº 2, pp. 235-253.

KUMAR, S., . KADOW , B and LAMKIN M. Challenges with the Introduction of Radio-Frequency Identification Systems into a Manufacturer's Supply Chain - a Pilot Study. En: *Enterprise Information Systems*, 2011. vol. nº 2, pp. 235-253,

NGAI, E., CHESTER, K., MOON, K. K., CHAN L., YEUNG P. K. y LEE M. C., RFID Systems Implementation: A Comprehensive Framework and a Case Study, En: *International Journal of Production Research*, 2010 vol. 48, nº 9, pp. 2583-2612,.

PRASAD Dash D., Supply Chain Management: The RFID Advantage, En: *The IUP Journal of Supply Chain Management*, 2011 vol. VIII, nº 4.

WILEY J., Handbook of Smart Antennas for RFID Systems, Nemai Chandra Karmakar, 2010.

ANEXOS

Anexo A. DESCRIPCION DE LOS PROCESOS LOGISTICOS DESARROLLADOS EN COMERTEX

Luego de hacer seguimiento y analizar el estado actual de los procesos logísticos en Comertex S.A. se obtuvo el siguiente diagnóstico, describiendo paso a paso la dinámica de las actividades en la empresa.

RECEPCIÓN

1. Se genera una orden de compra: se negocia con el proveedor y se pactan las formas de pago.
2. Llegada del camión.
 - 2.1.El conductor entrega la guía de transporte y la lista de empaque.
 - 2.2.La secretaria revisa en SEVEN y compara las órdenes de compra. Deberá verificar el estado de la orden de compra.
 - 2.3.Se le entrega al jefe de bodega la lista de empaque y él decide cuando se recibe la mercancía, respetando turno.
 - 2.4.Una vez es asignado el operario que va a recibir la mercancía, se dirige a la respectiva jaula con los papeles en la mano.
 - 2.5.Él cuenta unidades de transporte, verificando la lista de empaque con la mercancía que se está descargando.
3. Se traslada la mercancía a la zona de tránsito.
 - 3.1.Otro operario compara la lista la empaque con la mercancía, pero verificando rollo a rollo. Mira que la referencia y cantidad de metros descrita en la lista de empaque coincidan con la información presente en las etiquetas. Marcando la lista con un chulo.
 - 3.2.El operario suma la cantidad de metros totales por cada referencia y anota el resultado en un cuaderno.
4. El operario se desplaza a la oficina de la auxiliar de entradas y le entrega la lista empaque.
 - 4.1.La auxiliar de entradas realiza el ingreso de la orden de compra a partir de la lista de empaque, generando una orden de entrada que contiene el número total de metros

por referencia. El ingreso de la información de la mercancía se realiza en el sistema (SEVEN) dejándola en un estado NO APLICADO.

4.2. Ella le entrega la orden de entrada al operario. Él se traslada a la bodega y compara las cantidades anotadas en el cuaderno con las cantidades descritas en la orden.

4.3. Si lo anotado en el cuaderno y la orden de entrada coinciden, el operario se traslada nuevamente a la oficina de la auxiliar de entrada con la orden firmada.

4.4. La auxiliar se encarga de pasar la mercancía de estado NO APLICADO a APLICADO.

4.4.1. Luego, ella deberá generar las etiquetas de código de barras usadas en COMERTEX. Estas etiquetas se realizan a partir de una traducción que se hace a partir de la orden de entrada.

4.5. Se le entregan al auxiliar las etiquetas generadas, él se dirige nuevamente a la bodega y se dispone a colocarlas en los respectivos rollos, comparando cantidades en las etiquetas (la del proveedor y la de COMERTEX).

INCONVENIENTES

1. Se generan muchos desplazamientos y trámites cuando se registra la mercancía en el sistema.
2. No se maneja la información rollo a rollo.

ALMACENAMIENTO

En el CEDI de COMERTEX se almacenan los productos que ingresan de acuerdo a la línea a la que pertenecen. Las líneas que se manejan son: punto, plano, no tejido, calzado y hogar; creando cinco zonas principales de almacenamiento. Luego de que la mercancía ha cumplido todos los trámites del proceso de recepción pasa a ser almacenada de acuerdo a la línea a la que pertenece; esta asignación la hace el jefe de bodega, gracias a su conocimiento y experiencia en el CEDI.

INCONVENIENTES

1. El proceso está sujeto a la experiencia, habilidad y decisión del jefe de bodega para determinar los lugares adecuados para almacenar la mercancía.
2. Cuando no se cuenta con el espacio suficiente para ubicar mercancía, la almacenan en los pasillos limitando la movilidad y generando desorden.

ALISTAMIENTO

1. El jefe de bodega le entrega a un operario la orden de pedido. En esta orden se especifica el código, el nombre, la cantidad en metros, el valor total, el estado del piking y las cantidades facturadas del producto.
2. El operario identifica las referencias que debe buscar y la cantidad que necesita para completar el pedido.
3. Se traslada a las estanterías y comienza a buscar la referencia que necesita.
- 3.1. En este paso el operario que alista el pedido necesita de la ayuda de otros compañeros, porque muchas veces los rollos se encuentran en las partes más altas de las estanterías (se hace necesario usar un montacargas) o por el peso de los rollos necesita alzarlos.
4. Luego de encontrar la referencia, se deben buscar los rollos que sumen la cantidad de la orden de pedido.
5. Cuando ya se tienen los rollos adecuados que suman la cantidad, se agrupan en pequeños conjuntos dependiendo del tamaño. Estos grupos se llaman lios.
6. Los lios son armados en los pasillos donde se encontró la mercancía, se amarran los rollos con zuncho y se empacan en bolsas plásticas.
7. Una vez listos los lios, se trasladan a la zona de despacho.
8. El operario marca cada lio con el número del pedido correspondiente.
9. Él cuenta cuantos lios por pedido se realizaron, y anota en la orden cuantos rollos por lio son generados.
10. El operario se traslada a una mesa en la entrada donde hay una calculadora con impresora. Aquí, él deberá generar una tirilla donde se especifican el número del pedido, lista de los rollos que completan la cantidad solicitada con su respectiva referencia y el total de metros de cada referencia. Además al final de la tirilla anota

cuantos lóos hay y quien realizo el pedido. Esta tirilla es agregada a la orden de pedido.

11. El operario entrega a la auxiliar de facturación estos dos documentos, ella realiza la factura con la cantidad generada en la tirilla.
12. La auxiliar también genera las etiquetas con la información del cliente (nombre, dirección, ciudad, teléfono y número del pedido).
13. Estas etiquetas deberán ser entregadas al mismo operario que alistó el pedido para que él las coloque en los lóos correspondientes, para esto la auxiliar de facturación le entrega al jefe de bodega las etiquetas para que él llame al operario.
14. Al comenzar la jornada laboral el jefe de bodega asigna a un operario que se encarga de comparar las etiquetas del cliente con la factura y la mercancía alistada. A este operario se le entregan varias facturas de varios pedidos y él deberá verificar que la mercancía marcada con el número del pedido coincida con la factura generada.
15. Una vez revisados los pedidos, se entregan estos documentos a otra auxiliar. Ella se encargará de generar la guía del transportador y un sobre para el cliente que incluye la factura y una carta que le permitirá hacer posteriores reclamos.
16. Los sobres son entregados a un operario para que él los coloque sobre la mercancía alistada.

INCONVENIENTES

1. Cuando se colocan las etiquetas con la información del cliente, se necesita que el operario que alistó el pedido sea el mismo que las coloca, esto genera atrasos porque puede que en ese momento el operario éste alistando otro pedido.
2. Un inconveniente encontrado en esta tarea es que muchas veces es difícil encontrar la referencia requerida. (3)
3. Un atraso generado en este proceso se produce cuando se le entregan al operario varias facturas para revisar, porque depende de la habilidad de él para que el proceso se realice rápidamente. Si él se demora revisando los pedidos se creará un atraso en la generación de la guía del transportador y el sobre para el cliente generando demoras en el proceso de despacho.

4. Movilidad en los pasillos porque los lóos son creados en los mismos sitios donde se encontró la mercancía.
5. Demoras en trámites y desplazamientos por parte de los operarios y de las auxiliares de logística.

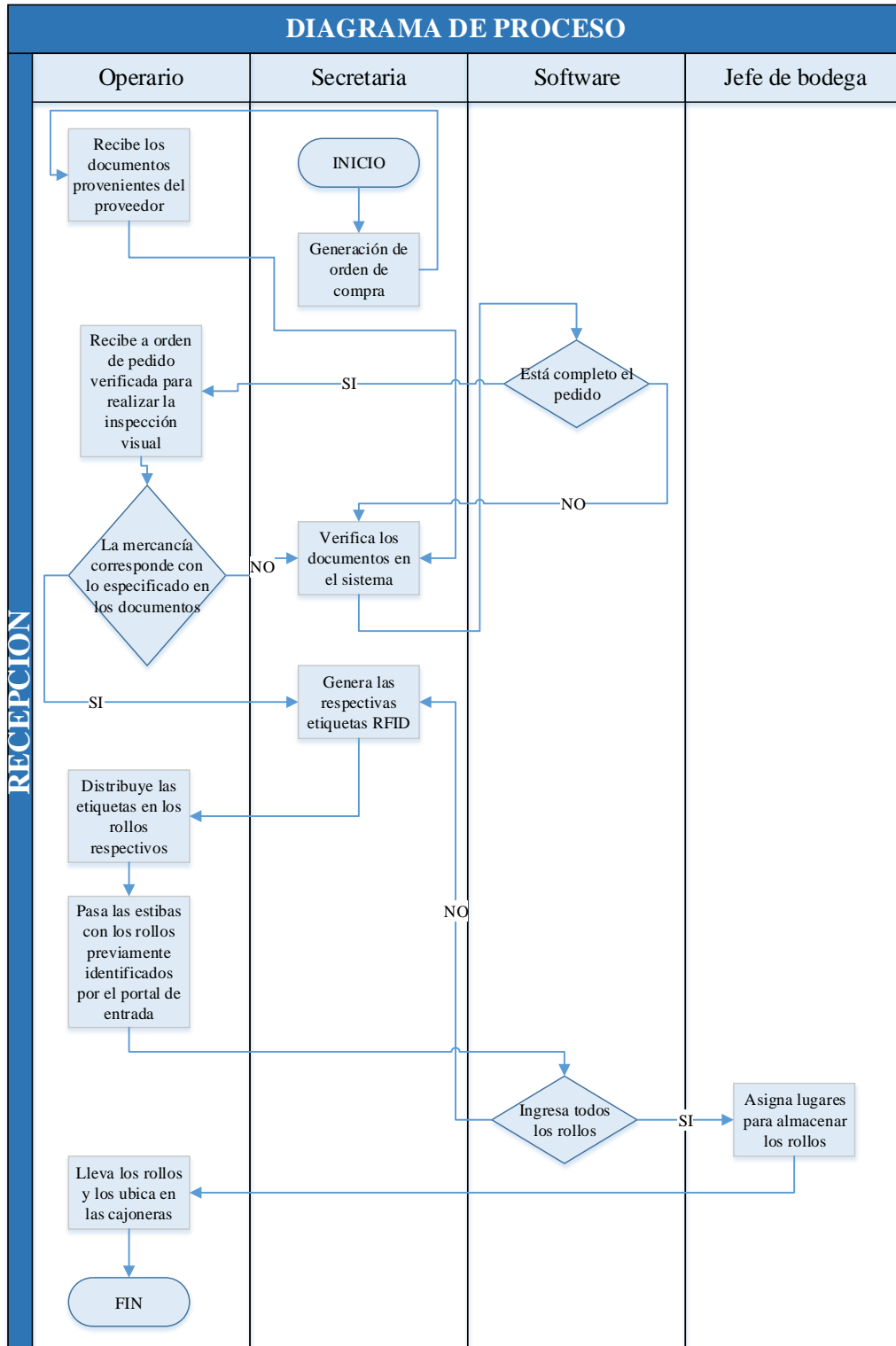
DESPACHO

1. Se agrupa la mercancía de acuerdo al número de pedido.
2. La mercancía es trasladada de la zona de tránsito a las jaulas.
3. Con la guía del transportador se realiza la verificación del pedido en compañía de un operario de COMERTEX y del encargado de la transportadora. Aquí se deberá verificar que coincidan las unidades de transporte registradas en la guía con las unidades físicas.
4. Una vez revisada la mercancía es subida al camión para ser entregada a los clientes.

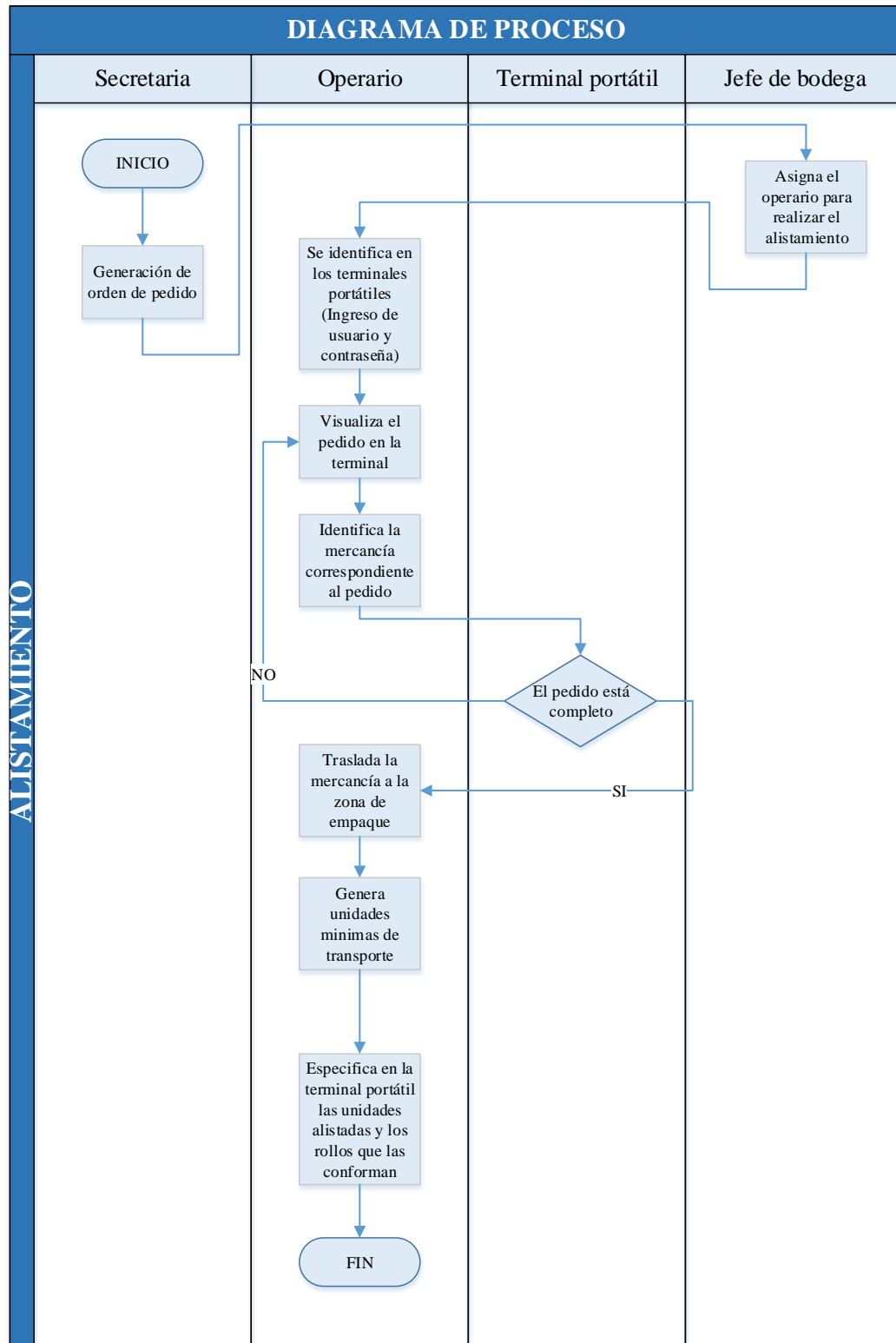
INCONVENIENTES

1. No se conoce el inventario en tiempo real.

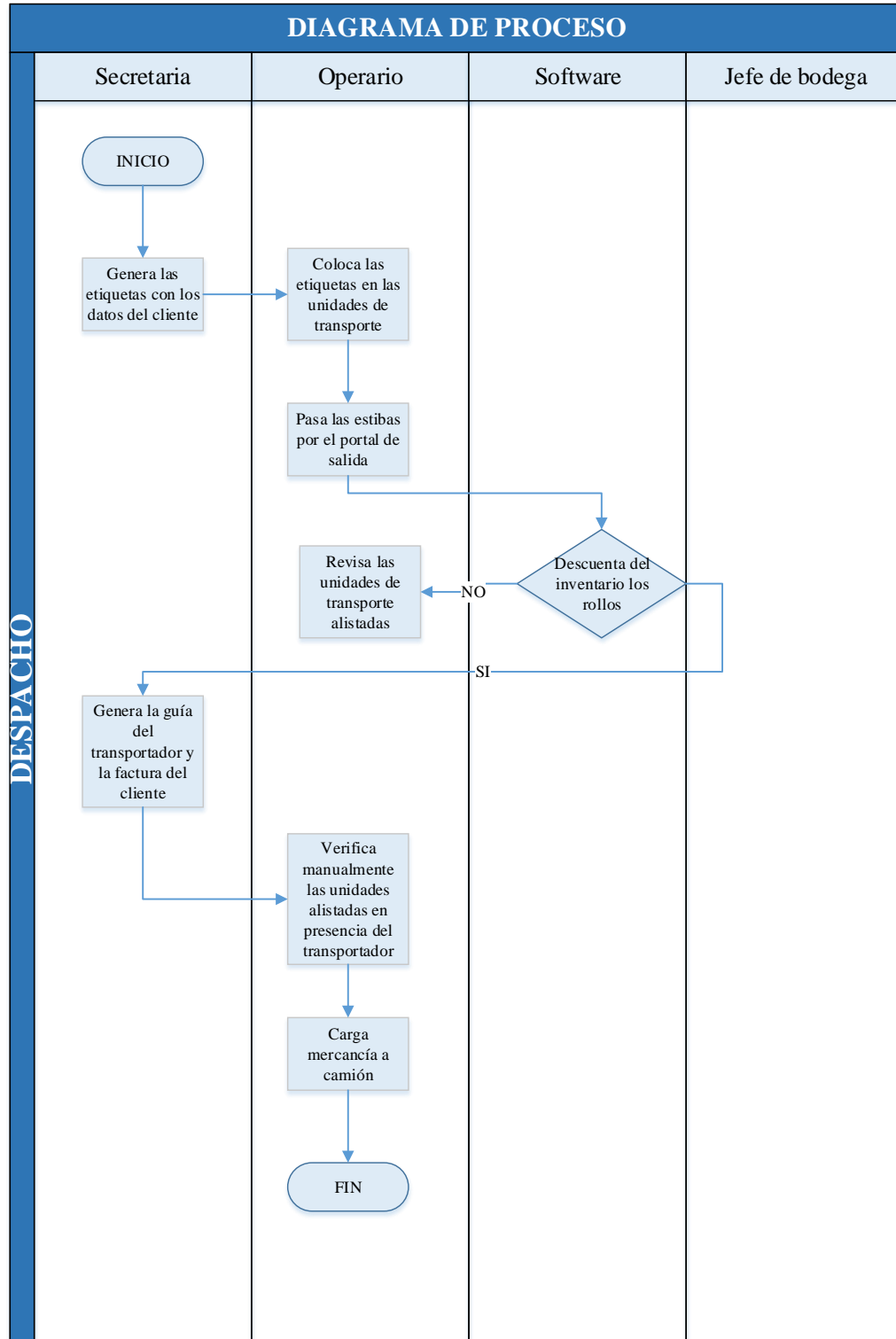
**Anexo B. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS LOGISTICOS
CON TECNOLOGIA RFID
RECEPCIÓN**



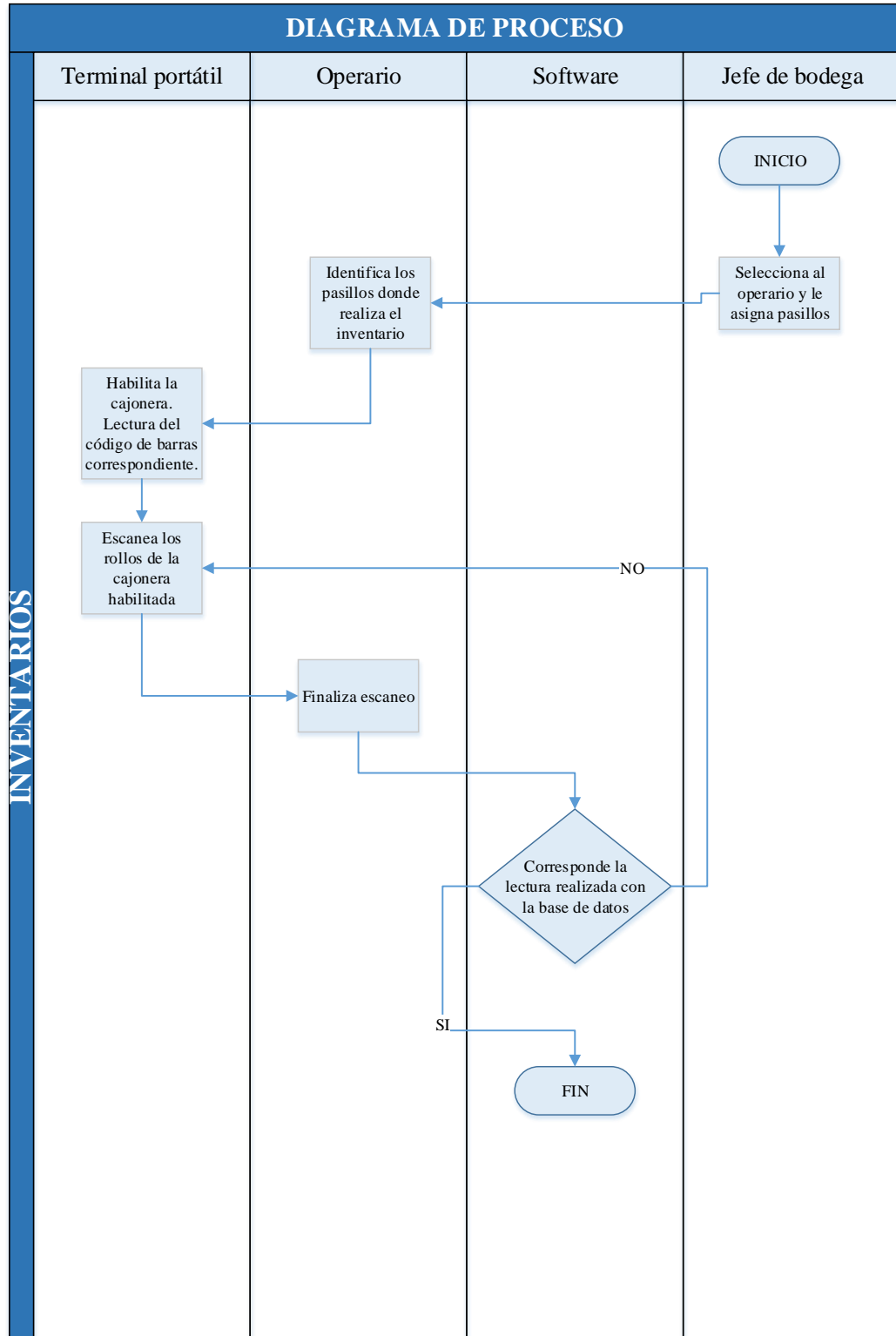
ALISTAMIENTO



DESPACHO



INVENTARIOS



Anexo C. DESCRIPCIÓN DE LOS ESCENARIOS PARA LA PRUEBA REALIZADA

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN
<p data-bbox="586 373 802 405">ESCENARIO 1</p>  <p>The diagram shows a vertical metal pole with two antenna ports. The upper port is labeled 'portal de entrada' and the lower port is labeled 'portal de salida'. A dimension line indicates a distance of 75 cm from the ground to the center of the upper antenna. Another dimension line indicates a distance of 47 cm from the center of the upper antenna to the center of the lower antenna. The two antennas are parallel to each other.</p>	<ul data-bbox="894 380 1175 884" style="list-style-type: none">• Distancia desde el suelo al centro de la antena inferior: 75 cm (portal de entrada) y 47 cm (portal de salida).• Distancia entre antenas: 110 cm.• Posición de las antenas: paralelas sin inclinación.
<p data-bbox="586 1014 802 1045">ESCENARIO 2</p>  <p>The diagram shows a vertical metal pole with two antenna ports. The upper port is labeled 'portal de entrada' and the lower port is labeled 'portal de salida'. A dimension line indicates a distance of 75 cm from the ground to the center of the upper antenna. Another dimension line indicates a distance of 47 cm from the center of the upper antenna to the center of the lower antenna. The two antennas are angled outwards from the pole.</p>	<ul data-bbox="894 1020 1175 1566" style="list-style-type: none">• Distancia desde el suelo al centro de la antena inferior: 75 cm (portal de entrada) y 47 cm (portal de salida).• Distancia entre antenas: 110 cm.• Posición de las antenas: hacia fuera, sin inclinación.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN
<p data-bbox="586 306 802 338">ESCENARIO 3</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="899 306 1188 485">➤ Distancia desde el suelo al centro de la antena inferior: 75 cm (portal de entrada). <li data-bbox="899 590 1188 684">➤ Distancia entre antenas: 110 cm. <li data-bbox="899 800 1188 978">➤ Posición de las antenas: hacia fuera, inclinadas (las dos en la misma dirección)
<p data-bbox="586 1045 802 1077">ESCENARIO 4</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="899 1045 1188 1224">➤ Distancia desde el suelo al centro de la antena inferior: 47 cm (portal de salida). <li data-bbox="899 1287 1188 1381">➤ Distancia entre antenas: 110 cm. <li data-bbox="899 1434 1188 1612">➤ Posición de las antenas: hacia fuera, inclinadas (usando trazado de rayos).

Anexo D. DISEÑO DE LOS SOPORTES PARA EL PORTAL DE ENTRADA



Anexo E. DISEÑO DE LOS SOPORTES PARA EL PORTAL DE SALIDA



Anexo F. REFERENCIAS UTILIZADAS EN LA PRUEBA PILOTO

REFERENCIA	CODIGO DE BARRAS
ARKANSAS MAGNUM	382272
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR NARANJA A Y34	16917
INDIGO IMPORTADO GAUCHO A	659886
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR TURQUESA A L52	1037591
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR BLANCO A	549293
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR FUCSIA A R41	515700
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR ROSADO A	656694
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR JADE A G34	1037614
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR NEGRO A	17020
POLYBON SS TMC 1600 MM 110 GR NEGRO A	493725
DECORACION MURCIA 2.8 SONIA GRIS A REF. 726.60.72497.05	1047156
DECORACION MURCIA 28 SONIA VERDE A	1047149
DECORACION MURCIA 2.80 MIRTHA AZUL A	1047163
DECORACION MURCIA 2.8 MIRTHA FUCSIA A REF.	1047170
INDIGO VICTORIA STX NEGRO 7.5 ONZ KING A	875248
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR VERDE MANZANA A G03	16955
POLYBON SS TMC 1600 MM 40 GR BLANCO A	673363
POLYBON SS TMC 1600 MM 110 GR BLANCO A	506128
POLYBON SS TMC 1600 MM 90 GR NEGRO A	21270
POLYBON SS TMC 1600 MM 70 GR DORADO A	981680
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR ROJO A R02	16948
POLYBON SS TMC 1600 MM 90 GR CAFE A L31	21256
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR AZUL CIELO L02 A	16986
POLYBON SS TMC 1600 MM 70 GR BLANCO A	549309
POLYBON SS TMC 1600 MM 60 GR AZUL OSCURO A L03	16979
POLYBON SS TMC 1600 MM 70 GR FUCSIA METALIZADO A	981734
INDIGO SILVANA STX 10.75 ONZ	964645
INDIGO TRONIC FACTORY 1350	814544
TELA NO TEJIDA SMS PGC 1450 MM 35 GR AZUL 635 A REF.2	1052426
INDIGO NAPOLITANO 12.5 ONZ A REF. 1250.09.36.08	974057
DEPORTIVA SUPER AZUL MARINO REF 0100-5980	167718
POLYBON SS TMC 1600 MM 70 GR AZUL METALIZADO A	981710
POLYBON SS TMC 1600 MM 70 GR ROJO METALIZADO A	981727
INDIGO MONSERRAT 12.1 ONZ CON RESINA	1071991
PERCHADO NIEVE POLAR EST CUADROS D.010 ROSADO	1003220
PERCHADO NIEVE POLAR EST CUADROS D.010 LILA	1003206
ISKO 0197333 B REF. 2FH54.585.33.78EB5	1060797
NATURAL B REF. 2FH24.147.15	1062364
SATIN SEVILLA GRIS B REF. 17074.484.72.08500	1072417
BALI CAFE B REF. 45146.480.33.90050	1062067
SATIN SEVILLA BLANCO B REF. 17074.484.72.00000	1072400
SATIN SEVILLA CAFE B REF. 17074.484.72.95340	1072424
AMAZONIA GRIS B REF. 45151.480.33.04190	1017845
SATIN SEVILLA CAFE B REF. 17074.484.72.99800	1072431
CAMISERO CARACOLI A REF. R.0020 V.2	1067031
CAMISERO CARACOLI A REF. R.5061 V.1	1064399
CAMISERO CARACOLI A REF. R.0004 V.2	1066843
CAMISERO CARACOLI A REF. 156005 V.2	1066782

CAMISERO CARACOLI A REF. R.5255 V.1	1064351
CAMISERO CARACOLI A REF. R.0019 V.1	1064160
POLYBON SS TMC 1600 mm 50 gr BLANCO A	891002
POLYBON SS 1600 MM 70 GR NEGRO	449463
POLYBON SS 1600 MM 70 GR BLANCO	981697
POLYBON SS TMC 1600 MM 150 GR BLANCO A	506135