



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
RADIOFRECUENCIA EN BODEGAS DE UN OPERADOR LOGÍSTICO
A NIVEL NACIONAL.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía

Msc. Ing. Frank Eduardo Alarcón Olalla

Autor

Manuel Sebastián Medrano Alarcón

Año
2016

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Msc. Ing. Frank Eduardo Alarcón Olalla
C.I. – 1713315719

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

Manuel Sebastián Medrano Alarcón
C.I. 1718163627

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y a todas las personas que apoyaron y colaboraron con el desarrollo y culminación de este reto.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme alcanzar una meta más, a mi Madre por su apoyo incondicional en todo momento e inculcarme valores y principios.

RESUMEN

Los sistemas de gestión de inventarios en el Ecuador se encuentran en un proceso de actualización con nuevas tecnologías que permitan incrementar tanto la eficacia como la productividad dentro de las organizaciones. Una de las tecnologías son los sistemas de Identificación por Radiofrecuencia (RFID), la cual durante los últimos años ha presentado tendencia positiva en el mercado Ecuatoriano.

El trabajo de titulación está conformado por tres etapas principales: Análisis de procesos actuales, análisis técnico (Propuesta de mejora) y análisis de factibilidad económica.

El análisis de procesos actuales o estudio de situación inicial comprende, la revisión de procedimientos, actividades relacionadas al manejo de inventarios y definición de puntos críticos de mejora, mediante un estudio de tiempos y movimientos así como la revisión de indicadores de gestión; esto contribuye a un correcto análisis técnico y correcto enfoque en la resolución del problema.

Durante el análisis técnico se realiza la investigación sobre el funcionamiento y la ingeniería necesaria para la implementación de sistemas RFID, se contempla la revisión de características necesarias de Hardware y Software, un análisis de impacto operativo por proceso y actividad además de la definición de dos posibles soluciones enfocadas en la mejora de control de inventarios y reducción de actividades no generadoras de valor, finalmente se define cual es la mejor opción técnica.

Por último se realiza el estudio de factibilidad económico de cada solución con el objetivo de definir la posibilidad de inversión, mediante la comparación de indicadores financieros como son el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

ABSTRACT

The inventory management systems in Ecuador are in a process of updating with the help of new technologies to increase both efficiency and productivity within organizations. One of the new technologies being used are Radio Frequency Identification systems (RFID), which has recently presented a positive trend in the Ecuadorian market.

The degree work consists of three main stages: Analysis of current processes, technical analysis (Proposal for improvement) and economic feasibility analysis.

The analysis of current processes or baseline studies include, the review of procedures related to inventory management and definition of critical areas for improvement, through a time and motion study just like the review of management indicators activities; this contributes to a correct technical analysis and a proper focus on solving the problem.

During the technical analysis, research is done over the operation and engineering necessary for the implementation of RFID which is carried out by the review of necessary hardware and software features, and an analysis of operative impact through process and activity, on top of the definition of two possible solutions focused in improving inventory control and reduction of non-value-generating activities. Ultimately both are evaluated to finalize on the better technical option.

Lastly, the study of economic feasibility of each solution is conducted in order to define the possibility of investment by comparing financial indicators such as the Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR).

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO TEÓRICO	5
1.1 Reseña histórica RFID	5
1.2 Definiciones y conceptos.....	8
1.3 Principales componentes y funcionamiento de Sistemas RFID.....	9
1.3.1 Etiquetas o tags.....	9
1.3.1.1 Etiquetas Pasivas & Activas	10
1.3.2 Rango de frecuencias.....	13
1.3.2.1 Código electrónico del producto (EPC).....	15
1.3.2.2 Estándares ISO	18
1.3.3 Lectores para RFID	18
1.3.4 Enlace virtual – Software.....	22
2. SITUACIÓN ACTUAL	23
2.1 Evaluación de procesos o Situación actual.....	25
2.1.1 Almacenamiento y manejo de bodegas.....	25
2.1.1.1 Movimientos dentro de bodegas.....	28
2.1.1.2 Alistamiento de pedidos.....	30
2.1.1.3 Indicadores de gestión Alistamiento de pedidos.....	33
2.1.2 Acondicionamiento menor	35
2.1.3 Distribución nacional	36
2.1.4 Manejo de Inventarios	38
2.1.4.1 Control de inventarios.....	40
2.1.4.2 Tipo de inventarios	42
2.2 Problemática en bodegas.....	47
2.2.1 Recepción.....	48
2.2.1.1 Puntos de enfoque.....	50

2.2.2	Alistamiento de pedidos	50
2.2.2.1	Puntos de enfoque.....	53
3.	DISEÑO Y EVALUACIÓN.....	54
3.1	Estrategia de solución	54
3.2	Necesidades para el control de Inventario.....	55
3.3	Requerimientos del sistema	56
3.4	Planteamiento de soluciones.....	56
3.4.1	Solución número 1.....	57
3.4.1.1	Selección de etiquetas.....	58
3.4.1.2	Posición etiquetas.....	59
3.4.1.3	Comunicación sistema RFID	64
3.4.1.4	Situación Futura del proceso.	66
3.4.2	Propuesta de solución 2.....	74
3.4.2.1	Posición de etiquetas.....	75
3.4.2.2	Comunicación del sistema RFID.....	76
3.4.2.3	Situación Futura del proceso.	77
4.	ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO.....	82
4.1	Inversión inicial.....	82
4.2	Supuestos	83
4.3	Proyección de Beneficios (Ahorro)	84
4.4	Proyección de costos operativos	85
4.5	Proyección de gastos operativos.....	86
4.6	Flujo de caja.....	86
4.7	Evaluación de la inversión.....	87
4.7.1	Tasa de descuento.....	88
4.7.2	Valor actual Neto y Tasa interna de retorno	88
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
5.1	Conclusiones.....	90
5.2	Recomendaciones.....	91

REFERENCIA	92
ANEXOS	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Estructura Organizacional	2
Figura 2 -Macro Proceso	2
Figura 3 Tabla de crecimiento en MIO \$USD en el periodo 2000 – 2005 Clasificado por aplicación.....	7
Figura 4 – Componentes básicos de sistemas RFID	9
Figura 5 - Flujo Etiqueta pasiva	11
Figura 6 - Flujo de etiqueta activa	12
Figura 7 Formato base código EPC	15
Figura 8 Formato numérico EPC	15
Figura 9 Ejemplo numérico EPC	16
Figura 10 Lectores	19
Figura 11 Lector de mesa USB	20
Figura 12 Lector portátil.....	21
Figura 13 Lector Carretillas	21
Figura 14 Lector de carretilla.....	22
Figura 15 Software RFID.....	22
Figura 16 Formulario recepción y ubicación del producto	26
Figura 17 Flujo ingreso de mercancía	27
Figura 18 Contiene saldo	29
Figura 19 Tiempo recepción.....	30
Figura 20 Preparación de pedidos	31
Figura 21 Rechazos Picking.....	33
Figura 22 Horas extras vs Número de listado de picking	34
Figura 23 Flujo Listado de Picking	35
Figura 24 Acondicionamiento de muestras	36
Figura 25 Enfundado y termo encogido	37
Figura 26 Flujo Distribución de mercancía	38
Figura 27 Ingreso WMS.....	39
Figura 28 Formato recepción de Mercancía.....	40
Figura 29 Kardex de bodega.....	41
Figura 30 Plataforma WMS – Ingreso de información.....	41

Figura 31 WMS – Generación de reportes	42
Figura 32 Indicador - Inventario Cíclico	43
Figura 33 Bodegas Logistecsa Quito	45
Figura 34 Flujo Inventario General	46
Figura 35 Planos Logistecsa	47
Figura 36 Estudio tiempo recepción de mercancía	49
Figura 37 Picking List – Logistecsa	52
Figura 38 Picking cajas selladas	52
Figura 39 Posición etiquetas en RACKS	60
Figura 40 Etiqueta tipo Anti metal	61
Figura 41 Etiqueta tipo Anti metal	62
Figura 42 Posición etiquetas en pallet.....	62
Figura 43 Etiqueta RFID vista frontal	63
Figura 44 Etiqueta RFID Vista Posterior.....	63
Figura 45 HandHeld Lector movil MC3190 – Z	65
Figura 46 Antena RFID – AN480.....	66
Figura 47Lector de Montacargas ZEBRA VH10.....	66
Figura 48 Flujo proceso Recepción Propuesta #1.....	67
Figura 49 Comparación proceso regular vs solución #1	68
<i>Figura 50 Flujo comparativo Alistamiento de pedidos Propuesta #1</i>	<i>71</i>
Figura 51 Responsable rechazos Logistecsa.....	72
Figura 52 Costos por rechazos	73
Figura 53 Posición de tags en cajas.....	76
Figura 54 Sistema portal de lectura RFID	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipo de etiquetas RFID.....	10
Tabla 2 Diferencias etiquetas Pasivas vs Activas	12
Tabla 3 Clasificación y rango de frecuencias	13
Tabla 4 Bandas de frecuencia y usos en etiquetas RFID.....	14
Tabla 5 Ranking global empresas Ecuatorianas	23
Tabla 6 Ranking competencia Logistecsa	24
Tabla 7 Estudio tiempo recepción de las muestras	49
Tabla 8 Características Etiqueta Anti-Metal	61
Tabla 9 Especificaciones etiqueta adhesiva regular.....	64
Tabla 10 Equipos Sistema RFID Solución #1.....	65
Tabla 11 Tiempos de recepción propuesta #1	68
Tabla 12 Errores relacionados a Picking.....	72
Tabla 13 Tiempos de recepción propuesta #2	77
Tabla 14 Inversión Inicial.....	82
Tabla 15 Detalle Inversión Inicial solución número 1	83
Tabla 16 Detalle Inversión Inicial solución número 2	83
Tabla 17 Supuestos Generales & Específicos	84
Tabla 18 Proyección de beneficios Solución 1	84
Tabla 19 Proyección de beneficios Solución 2	84
Tabla 20 Costos operativos - Solución 1	85
Tabla 21 Costos operativos - solución 2	85
Tabla 22 GASTOS OPERATIVOS - SOLUCIÓN 1	86
Tabla 23 GASTOS OPERATIVOS - SOLUCIÓN 2	86
Tabla 24 Flujo Libre –Solución #1	87
Tabla 25 Flujo Libre – Solución #2	87
Tabla 26 Tasa de descuento	88
Tabla 27 VAN & TIR.....	89

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

El uso de la tecnología ha permitido el mejoramiento de los procesos y la optimización de recursos: tiempo, mano de obra, materiales y materia prima. Por esta razón se propone implementar sistemas como la radiofrecuencia en el control de inventarios la cual permite optimizar actividades y manejo de información en un operador Logístico.

Logística Ecuatoriana S.A.-, operador Logístico creado el año 2002 y las actividades que destaca son: almacenamiento, acondicionamiento (segundo empaque) y distribución a nivel nacional. Actualmente cuenta una bodega en Quito y otra en Guayaquil las cuales cuentan con un total de 200 empleados del cual el 45% del personal se dedica al despacho de órdenes.

Objetivos de Logistecsa como Organización

- Ofrecer a los clientes capacidad de almacenamiento en sus Centros Logísticos, permitiendo la optimización del espacio ocupado, seguridad en el manejo de sus productos con recurso humano calificado que permite asegurar niveles de inventario en un 100%.(Logistecsa, 2014).

Misión

Desarrollar soluciones logísticas integrales como puntales estratégicos de la competitividad de nuestros clientes, satisfacer las expectativas de los accionistas, contribuir al desarrollo del personal y al progreso social, sin perjudicar al medio ambiente(Logistecsa, 2014).

Visión

Ser la mejor elección en soluciones logísticas integrales en la región andina a través de la excelencia operacional, con el respaldo de un equipo humano

comprometido, capacitado y orientado a generar los rendimientos esperados por los clientes y los accionistas(Logistecsca, 2014).

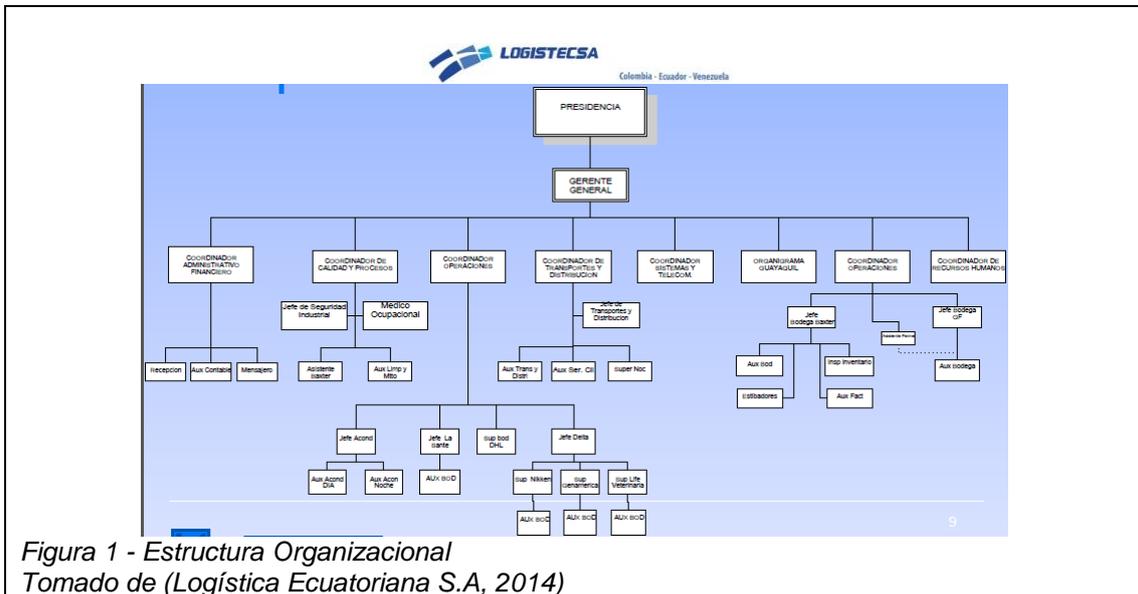


Figura 1 - Estructura Organizacional Tomado de (Logística Ecuatoriana S.A, 2014)

Macro Proceso

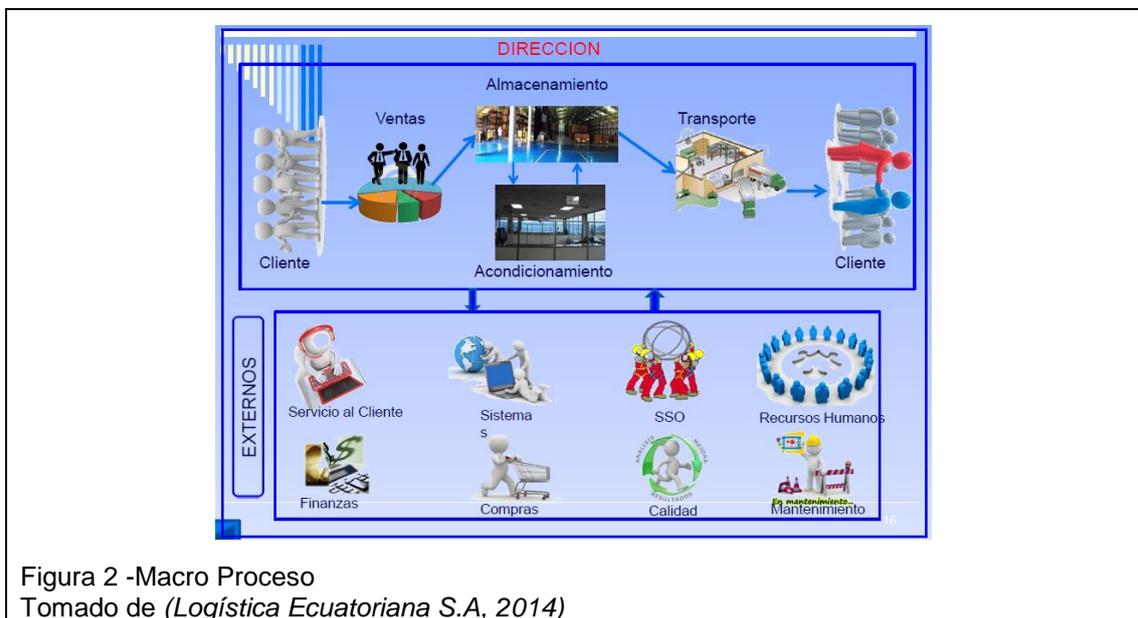


Figura 2 -Macro Proceso Tomado de (Logística Ecuatoriana S.A, 2014)

ALCANCE

El análisis de viabilidad del sistema de control de Inventarios se enfocará en la bodega Matriz Quito, abarcando todos los procesos involucrados, además en

función de la información obtenida se buscará replicar a la bodega de mayor capacidad (GYE).

Los departamentos involucrados en el estudio de factibilidad son: logística almacenamiento y distribución esto con el objetivo de validar información relevante durante el análisis. Se realizará estudios de factibilidad técnica, financiera y estudios comparativos de desempeño previo y posterior a la implementación de los sistemas en las bodegas Matriz Quito. El alcance de los sistemas contemplará hasta el despacho del material hacia los clientes.

JUSTIFICACIÓN

A partir de la década de los 50's los sistemas de identificación de ítems han tenido una evolución y desarrollo significativo gracias a Harry Stockman predecesor de los sistemas de Radiofrecuencia. Según IDTechEX la tecnología RFID al año 2014 está valorada en \$9.2 Billones la cual denota un crecimiento significativo respecto al año 2013 año que llegó a \$7.88 Billones. (Harrop, 2014)

La principal razón para el crecimiento de estos sistemas es su beneficio respecto a sistemas tradicionales como lo son código de barras, también utilizados en el manejo de inventarios por ítems. Mediante sistemas RFID se optimizará el proceso de despacho, confiabilidad de inventarios y se logrará tener trazabilidad absoluta de los pallets o ítems distribuidos a nivel nacional. El flujo de información se llevará a cabo de la siguiente manera: al tener tags electromagnéticos no requiere tener contacto directo o estar visible para ser contabilizado, contrario a lo que sucede con lectores de barras cuyos stickers tienen alta fragilidad y limitaciones al compartir la información. Al considerar estas variables; el ahorro en costos, el incremento en la confiabilidad al cliente y el incremento de productividades con la misma cantidad de recursos, se recomienda la implementación de sistemas RFID. Actualmente en las bodegas LOGISTECSA S.A se maneja un promedio de 2600 órdenes por mes en las bodegas centrales.

OBJETIVO GENERAL

- Proponer un plan de implementación de un sistema RFID en un operador Logístico para optimizar y fortalecer el sistema de Gestión de inventarios y procesamiento de órdenes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar los procesos fundamentales de la organización en las actividades generadoras de valor en el manejo de inventarios y gestión de órdenes.
- Optimizar el procesamiento de órdenes con la implementación de RFID.
- Evaluar la viabilidad de implementación mediante un estudio económico evaluando la relación costo beneficio y retorno de inversión.
- Mejorar el sistema de manejo de Inventarios con RFID

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Reseña histórica RFID

RFID siglas en ingles de Radio Frequency IDentification, tecnología que trabaja mediante ondas electromagnéticas o electroestáticas como medio de transmisión de información, es utilizada mayoritariamente en la identificación de objetos o personas.

El origen de los sistemas RFID como lo menciona Dr. Jeremy Landt en “Shrouds of Time The history of RFID” es algo confuso ya que no existe en libros una progresión clara y lógica de la tecnología, a partir de 1906 con la transmisión de Ondas de Radio además se debe considerar que muchos de los desarrollos adelantados a la época no fueron reconocidos sino hasta después de un tiempo. (Landt, 2001)

Uno de los primeros en realizar experimentación en RFID fue Harry Stockman cerca de los años 50's con la publicación “Communication by means of Reflected Power” (Comunicación por medio de la potencia reflejada) en la que se menciona: “Que se debe realizar mucha investigación y exploración para poder solucionar los problemas básicos de la comunicación por energía reflejada, para de esta manera poder iniciar la investigación de los aplicativos reales de la tecnología”.

Tecnologías relacionadas fueron usadas durante la segunda guerra mundial para identificación de aeronaves, ya que en la época solamente se contaba con radares que permitían la visualizar la ubicación y proximidad de aeronaves, mas no se logró identificar si eran aliados o enemigos este sistema consistía en modificar la señal emitida por el avión de manera que al ser receptada por el radar se logró identificar satisfactoriamente, el proyecto se lo conoció como IFF (*identification, friend or foe*).

Durante la década de los 60's y 70's se inició el desarrollo de aplicaciones para uso comercial uno de los usos como lo menciona Simon Holloway fue la utilización en identificación de artículos en un sitio en particular de las industrias, una variación de la tecnología permitía utilizar 1-b Tags para la identificación de artículos en tiendas departamentales con el objetivo de prevenir robos así como también se usó en la identificación de animales. En la siguiente década se presentó una amplia implementación de esta tecnología en distintas áreas como identificación personal, control de ingresos y en el área de transporte su utilización se enfocó en peajes para identificación vehicular.

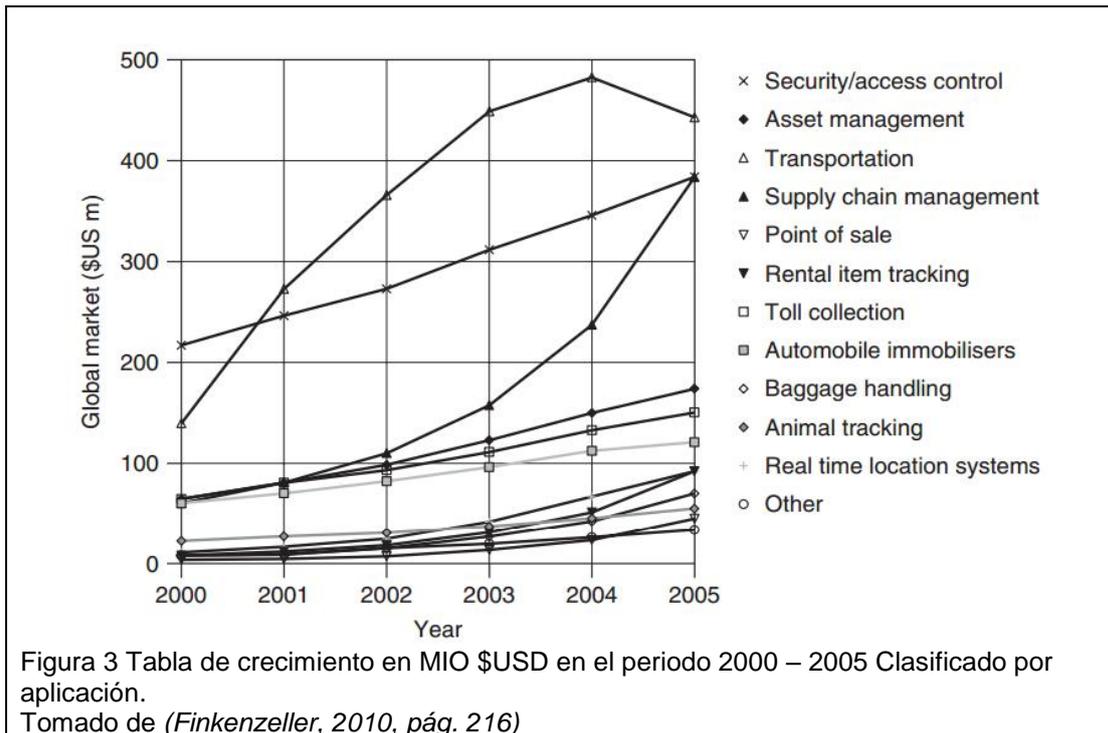
Tabla 1. Historia de RFID

1940's	1950's	1960's	1970's	1980's	1990's	2000's
- Mayor esfuerzo de desarrollo en segunda guerra mundial - RFID inventado en 1948	- Exploración temprana de la tecnología RFID - Sistema de transponder de largo alcance para la identificación "Aliados o enemigos (IFF)"	- La primera compañía de RFID es fundada, Sensormatic & Checkpoint - Primera aplicación, vigilancia en artículos electrónicos es usado para controlar los robos.	- Nueva York & Nueva Jersey prueban sistemas RFID en peajes electrónicos. - RCA & Fairchild publican "Sistemas de identificación electrónico"	- Aplicación comercial masiva - Aplicación masiva en transporte identificación personal, accesos e identificación animal. - Peajes alrededor del mundo empiezan a utilizar RFID.	- Se realiza el lanzamiento mundial de RFID en identificación personal, identificación animal y la utilización en peajes. - MIT funda el centro de Auto - ID	- Gillette compra 500 millones de tags a Alien tech - Wal-Mart Tesco y el Departamento de defensa de USA anuncian la utilización de RFID

Tomado de (Microsoft, 2015, pág. 13)

A partir de los años 90's su utilización es masiva la tecnología presenta una tendencia decreciente en los costos debido al alto volumen de producción y en este mismo periodo China se convierte en uno de los principales países en aplicar RFID.

A partir del año 2000 el incremento es exponencial en algunas industrias como se observa a continuación, dentro de Estados Unidos el área de transporte fue el área con mayor crecimiento seguido del área de Cadena de abastecimiento.



En Ecuador se ha realizado la implementación en varias empresas como por ejemplo de La Corporación Favorita, Hospitales y más empresas relacionadas a tecnología. Uno de los ejemplos en la utilización es la TV AZTECA, de México una de las cadenas más grandes, utilizó RFID en el manejo de activos en todos los camiones que se utilizaban a nivel nacional, el número de activos promedio por camión utilizado era de 500 los cuales al regresar a la estación debían ser inventariados uno por uno, posterior a la implementación el tiempo en revisión de inventario se redujo a la décima parte. (HTK - RFID, 2015)

Uno de los principales beneficios del sistema RFID frente a otros sistemas de identificación es el tiempo y la facilidad con la que se puede realizar lecturas de artículos sin necesidad de tener contacto directo con los ítems, por otro lado la capacidad de transmisión de información en un solo instante es superior y puede ser transmitida inmediatamente a una base de datos que permite centralizar el control de los artículos.

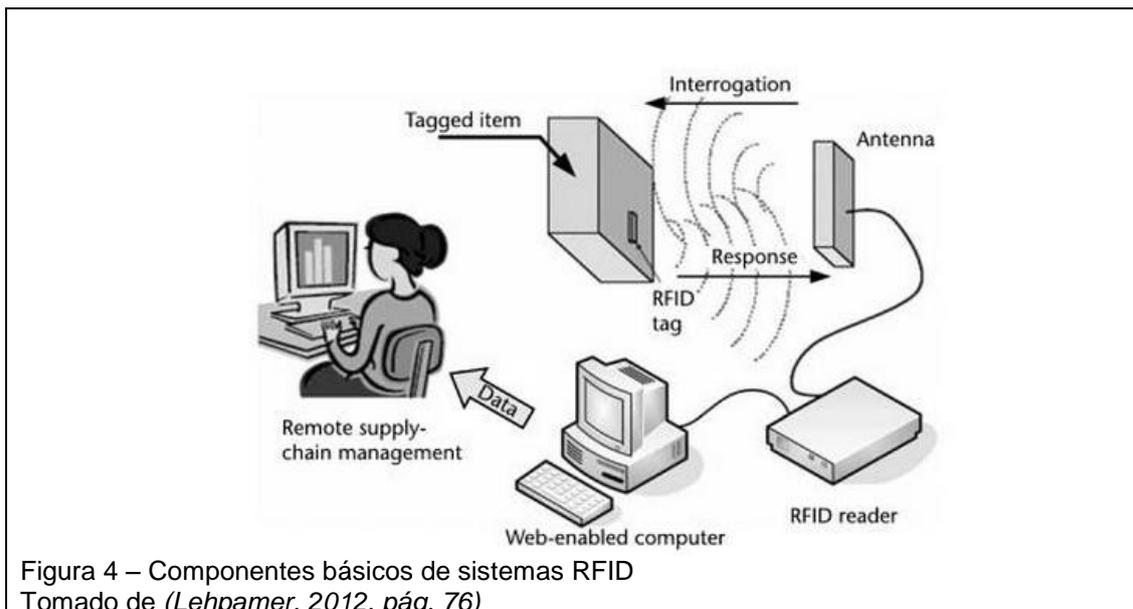
1.2 Definiciones y conceptos

Los sistemas RFID por sus Siglas en ingles “Radio Frequency Identification” (Identificación por radiofrecuencia) es la identificación mediante tags o etiquetas con microchips los cuales emiten ondas de radio que son captadas por lectores automáticamente, opuesto a lo que se realiza con los códigos de barras los cuales necesitan ser escaneados manualmente. Los continuos desarrollos de la tecnología permiten cada vez incrementar los rangos (metros) para la captura de la información alfanumérica de los tags para luego ser almacenadas en las plataformas de almacenamiento de datos.

Sistema RFID está conformado principalmente por tres partes principales

- Tag / Transponder – Equipo pequeño que se lo conoce como transponder, microchip que almacena la información.
- Lector RFID – Es el Scanner que envía y recibe la información de radiofrecuencias, de y hacia las antenas las cuales son las responsables de enviar y recibir las ondas de radio.
- Ordenador central – La información adquirida es transferida a los ordenadores donde se puede utilizar software especializado para manejar o filtrar la información.

Los sistemas RFID combinan la tecnología de tags y de lectores con manejo de bases de datos estandarizados, los cuales permiten tener manejo en tiempo real el status de inventarios o vienes. Como lo menciona RFID ECUADOR la gama de aplicaciones es tan amplia que va desde control de ganado hasta control en campos petroleros.



1.3 Principales componentes y funcionamiento de Sistemas RFID

RFID es una variante de comunicación inalámbrica, por lo tanto mantiene el mismo principio básico que debe estar conformado por una fuente, un transmisor, receptor y un destino como se detalla individualmente a continuación.

1.3.1 Etiquetas o tags

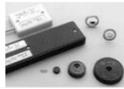
Las etiquetas están compuestas por; Memoria, Antena de comunicación y componente utilizados como filtros y buffers de información.

La lectura de los tags dependerá de la longitud de onda con la que se esté trabajando es decir tanto el lector como la etiqueta deben ser compatibles al momento de captar la información, por ejemplo una etiqueta de 125KHz deberá ser leída por un lector de 125KHz. Las distancias para lectura varían dependiendo del tamaño y la frecuencia con la que esté trabajando una antena.

En las etiquetas RFID existe gran variedad de formatos, tamaños y diseños dependiendo del área de aplicación, ambiente en que van a ser utilizado y superficie o ítem al que van a ser adheridos. Los materiales de igual manera

varían por ejemplo en caso de que se requiera resistencia a altas temperaturas o que la etiqueta esté expuesta en exteriores. (Finkenzeller, 2010)

Tabla 1 Tipo de etiquetas RFID

<i>ETIQUETA</i>	<i>FORMATO</i>
Monedas y discos (Disk and Coins)	
Capsula de vidrio (Glass Housing)	
Carcasa de plástico (Plastic Housing)	
Identificación para botellas de gas (Tool and gas bottle identification)	
Llaves y llaveros (Keys and key fobs)	
Relojes (Clocks)	
Tarjetas inteligentes de identificación (ID-1Format, contactless Smart Cards)	
Etiquetas inteligentes (Smart Label)	

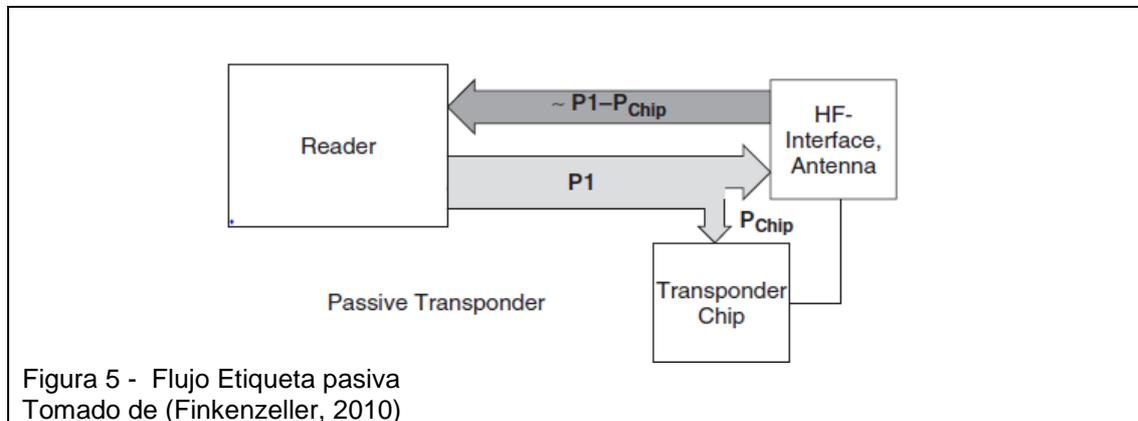
Tomado de (Finkenzeller, 2010, págs. 119-150)

Cada una de las etiquetas que se detalla previamente funciona de manera diferente y son de diferentes diseños, a pesar de ello se ha realizado la clasificación en dos grandes grupos etiquetas Activas y Pasivas

1.3.1.1 Etiquetas Pasivas & Activas

Las etiquetas pasivas se diferencian a las activas en que no tienen una fuente de alimentación eléctrica propia y se mantienen inactivas la mayor cantidad de tiempo. El circuito del transponder o etiqueta pasiva es energizado mediante las

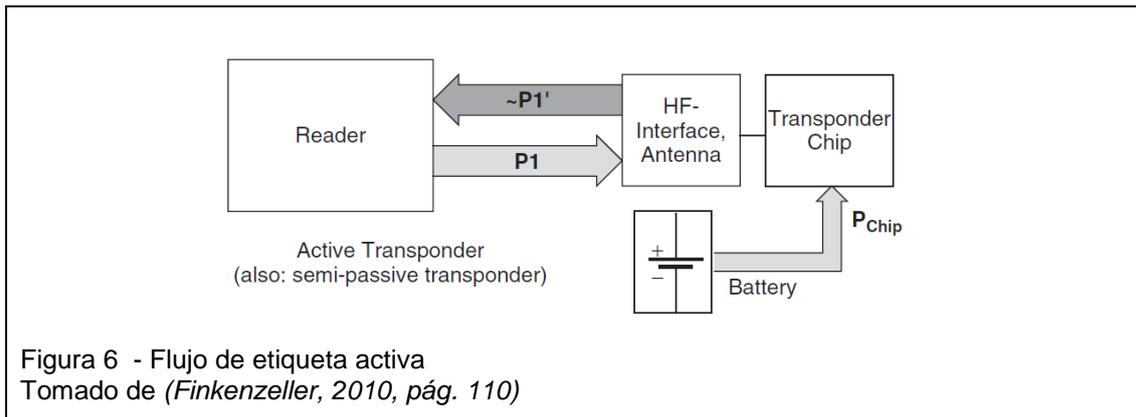
señales emitidas por los lectores, dicha energía es suficiente para cargarlo y poder realizar el envío de señales de radio (ID Número), para que posteriormente sea decodificado por el lector (Gitec 2004, 2015). Cómo se puede ver en la Figura a continuación



El alcance en las etiquetas pasivas está definido por la frecuencia con la que trabaje y del diseño de las antenas, este tipo de etiquetas tiene alcance que va desde los pocos centímetros hasta un par de metros, en febrero de 2007 la empresa Hitachi desarrolló un transponder llamado μ -Chip, que mide tan solo $0.05 \times 0.05 \text{ mm}$ (sin antena) y menos de $7.5 \mu\text{m}$ de grosor, con un alcance de lectura de hasta 30cm y que opera a 2.45GHz. (Tapia, y otros, 2007, pág. 3).

La ventaja de este tipo de etiqueta es su costo, reducción de espacio y durabilidad, la cual es ilimitada comparada con el funcionamiento de Tags Activos que trabajan a base de baterías con tiempo de vida aproximado de 10 años respecto al proveedor.

Etiquetas activas como se mencionó anteriormente posee batería incluida, la cual permite tener un mejor desempeño en cuanto a transmisión, almacenamiento y carga de información así como la lectura desde grandes distancias. Como se observa en la Figura 6 - Flujo de etiqueta activa es necesario el trabajar con altas frecuencias y con fuente de alimentación de energía propia con un tiempo de vida útil dependiendo del fabricante (10años aprox), conjuntamente con un lector que trabaje en la misma frecuencia o sea compatible con el rango de trabajo del transponder.



Transponder activos al tener mayor autonomía pueden incluir sensores de humedad, luz, temperatura y vibración además de poder manejar memoria de mayor capacidad lo cual representa un aumento en el costo y el tamaño de las etiquetas.

A continuación se observa algunas de las características principales que diferencian a la etiquetas, esta información es útil para poder decidir a continuación el tipo de etiqueta adecuada para el movimiento en una organización logística.

Tabla 2 Diferencias etiquetas Pasivas vs Activas

Tag Pasivo	Tag Activo
Funciona sin batería	Funciona con batería
Relativamente económico	Relativamente costoso
Ciclo de vida ilimitado	Ciclo de vida limitado por la batería
Poco peso	Mayor peso
Alcance limitado (3 - 5m)	Mayor alcance (100 m)
Sensible al ruido	Mayor inmunidad ante presencia de ruido
Dependencia de la señal del dispositivo lector	Trasmisor propio
Requiere dispositivos lectores potentes	Relaja el requisito de potencia de los lectores
Velocidad de transmisión baja	Velocidad de transmisión alta
Lectura simultánea baja	Lectura simultánea alta
Alta sensibilidad de orientación	Menor sensibilidad de orientación

Tomado de (ONTSI, 2015, pág. 25)

1.3.2 Rango de frecuencias

Actualmente a más de los estándares establecidos por la International Organization for Standardization (“Organización Internacional de Normalización”) (ISO) y la International Electrotechnical Commission (“Comisión Electrotécnica Internacional”) (IEC) no existe un organismo internacional que regule las frecuencias en las que operan los dispositivos RFID además de las dos organizaciones anteriormente mencionadas que se encargan de dar directrices para la normalización técnica. RFID trabaja en varios rangos de frecuencias las cuales se encuentran divididas por regiones a nivel mundial como se detalla en la Tabla 3 por este motivo los sistemas de identificación varían dependiendo la ubicación geográfica y las restricciones en cada país, como se menciona en (HTK - RFID, 2015) en Ecuador empresas como Sismode trabajan con UHF en sus etiquetas RFID

Tabla 3 Clasificación y rango de frecuencias

País/Región	LF	HF	UHF	Microondas
USA	125-134 KHz	13.56 MHz	902-928 MHz	2400-2483.5 MHz 5725-5850 MHz
Europa	125-134 KHz	13.56 MHz	865-868 MHz	2.45 GHz
Japón	125-134 KHz	13.56 MHz	No permitida	2.45 GHz
China	125-134 KHz	13.56 MHz	No permitida	2446-2454 MHz

Tomado de (Tapia, y otros, 2007, pág. 4)

Los sistemas LF y HF pueden utilizarse en todo el mundo sin requerir licencia, mientras que los sistemas UHF requieren autorización y certificación de cada país para poder ser implementados (EICTA, 2006). En Estados Unidos pueden utilizarse sistemas UHF sin licencia, aunque con ciertas restricciones, mientras que en Europa es necesario que se cumplan las regulaciones EN-300-220 y EN-302-208 del ETSI y la 70-03 del ERO, además de contar con la licencia correspondiente otorgada por cada país. (Tapia, y otros, 2007, pág. 4). En la Tabla 3 Bandas de frecuencia y usos en etiquetas RFID se observa variantes de usos

Tabla 4 Bandas de frecuencia y usos en etiquetas RFID

Banda de frecuencia	Características	Aplicaciones típicas
Baja 100-500 KHz	Lectura para corta y media distancia Sistemas con tags económicos Velocidad de lectura baja	Control de acceso Identificación de animales Control de existencias Inmovilizadores de automóviles
Intermedia 10-15 MHz	Lectura para corta y media distancia Potencialmente barato Velocidad de lectura media	Control de acceso Tarjetas inteligentes
Alta 850-950 MHz 2.4-5.8 GHz	Lectura para corta y media distancia Velocidad de lectura alta Línea de vista requerida Tecnología cara	Supervisión en sistemas ferroviarios y automotriz. Acceso y control de peaje

Tomado de (Fernández, Morcillo, & Muñoz Frías, 2006, pág. 50)

Uno de los principales problemas de la tecnología RFID es la falta de un estándar internacional para el uso de frecuencias, muchas veces incompatibles entre un país y otro (Higgins y Cairney, 2006)

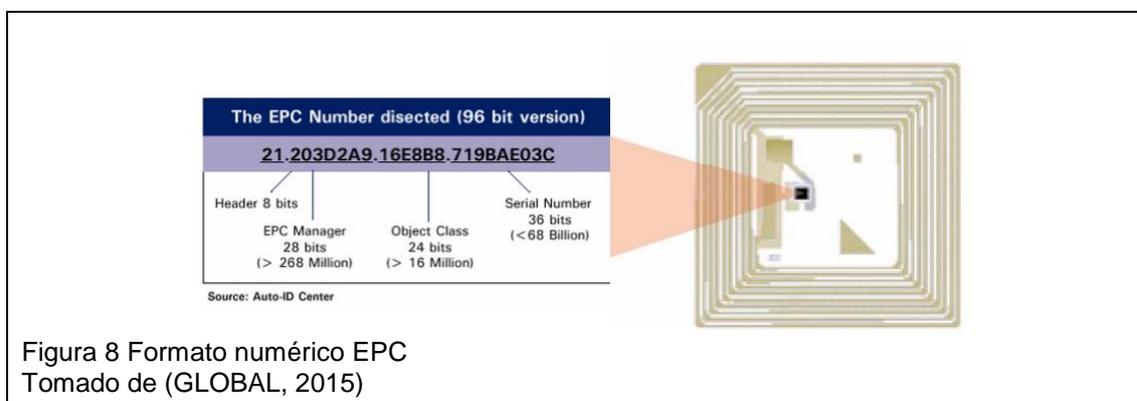
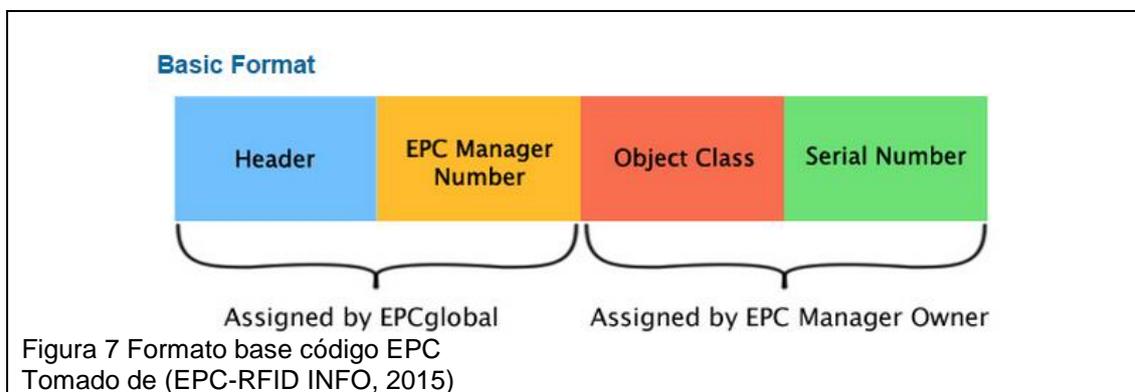
Los sistemas con lectura y escritura con rangos hasta 1 m son conocidos como Sistemas de acoplamiento remoto. Casi el 90% de los sistemas RFID vendidos son sistema acoplado inductivamente (Finkenzeller, 2010), por esta razón existe una gran cantidad en los sistemas que poseen ciertas especificaciones técnicas como por ejemplo (ISO 14443, contactless smart cards) y la (ISO 15693, smart label and contactless smart cards) este tipo de tags trabajan en frecuencias inferiores a 135kHz.

Los sistemas que trabajan con rangos superiores a un metro son conocidos como sistemas de largo alcance. Todos los estos sistemas usan ondas electromagnéticas que trabajan en UHF(Frecuencia Ultra Alta) o en rangos de microondas la mayoría de estos sistemas operan en frecuencias(UHF) 868MHz (Europe) y 915MHz (USA) y en rangos de microondas frecuencias de 2.5 GHz and 5.8 GHz. Los rangos de tres metros pueden ser alcanzados usando transponder pasivos (Sin batería) mientras que rangos superiores a los 15m deben utilizar etiquetas activas con soporte de baterías cabe recalcar que la función de la batería no es realizar la transmisión de la información, es

únicamente alimentar al circuito encargado del almacenamiento de la información. La única fuente de alimentación usada para la transmisión de la información es el campo electromagnético recibido por parte del lector.

1.3.2.1 Código electrónico del producto (EPC)

EPC por sus siglas en inglés (Electronic Product Code, Código Electrónico del Producto) tiene como finalidad identificar los productos de una manera mucho más específica, respecto a otras tecnologías utilizadas actualmente, en la que solamente permite identificar de manera genérica un ítem y no identificar a detalle las diferencias entre ítems. Es una identificación basada en el uso de estándares desarrollados por Auto-ID Labs lo cual consiste en mantener un número único con la información como fecha de caducidad, producción, lote, dimensiones además de permitir conocer la ubicación cuasi exacta del ítem. Los códigos electrónicos están en conjunto identificación inequívocamente, a continuación se puede observar a detalle la composición de un código EPC.



El formato general para los datos de la etiqueta EPC incluye las siguientes secciones cómo lo menciona GS1 EPC GLOBAL

Encabezado (Header): El encabezado identifica la versión numérica del código por sí mismo.

Administrador EPC: Identifica una empresa que es responsable de mantener la Categoría de objeto y Número serial. EPC Global asigna el Administrador General a una entidad, asegurando que cada uno de estos números sea único.

Categoría de Objeto: Se refiere al tipo exacto de producto, similar a un SKU (unidad mínima de producto). La Categoría de Objeto es usada por una entidad de gestión EPC para identificar ítems de mercado. Estos números de categoría de Objeto, por supuesto, deben ser únicos dentro de cada dominio del Número de Administrador General. El ejemplo más común de Categoría de Objeto sería el SKU de bienes de consumo.

Número Serial: Representa un único identificador para el ítem dentro de cada categoría de objeto. La entidad administradora es responsable por la asignación unívoca de números seriales no repetitivos para cada instancia dentro de cada categoría de objeto.



Acorde a EPC Global quien establece los estándares para codificación electrónica utilizados en etiquetas se establece las siguientes clases de tags.

- Clase 0: Se trata de tags pasivos que son programables al momento en que el chip es fabricado, por este motivo la programación simultánea para varias empresas resulta complicado su fabricación.
- Clase 1 Gen1: tags pasivos con memoria de escritura única lectura múltiple WORM por sus siglas en inglés (Write Once Read Many) con almacenamiento de información del usuario.

A partir de aquí EPC global desarrolla Clase 1 Gen 2 con el principal objetivo de crear un solo estándar que esté más alineado con estándares ISO. El protocolo Gen 2 fue aprobado en diciembre del 2004 con las siguientes características, cabe mencionar que son los tags pasivos por excelencia.

- Programables por los usuarios
 - Reescritura de los tags
 - Mayor seguridad en almacenamiento y modificación de la información
 - Definidos para operación en banda UHF en cualquier parte del mundo
 - Fue ratificada por el comité de estandarización ISO y adoptada como ISO 18000-6C
-
- Clase 2: Tags pasivos de lectura/escritura con memoria de usuario extendida y de mayor velocidad que permiten accesos frecuentes para modificar su información
 - Clase 3: Tags semi-pasivos alimentados por batería interna que se comunican de forma pasiva, son tags clase 2 con batería para incrementar el rango de lectura.
 - Clase 4: Tags activos con fuente de alimentación propia y transmisor que les permiten comunicarse con los lectores como los tags pasivos y semi-pasivos pero también con otros tags activos Clase 4.

- Clase 5: Estos son tags activos que pueden comunicarse con otros de clase 5 y con otros dispositivos inalámbricamente.

1.3.2.2 Estándares ISO

ISO ha desarrollado estándares RFID para identificación automática y el manejo de ítems este estándar es conocido como la serie ISO 18000, el cual cubre el protocolo de interfaz aérea para los sistemas que puedan utilizarse para realizar un seguimiento de mercancías en la cadena de suministro. (RFID JOURNAL, 2015)

Estos cubren la mayor cantidad de frecuencias alrededor del mundo, las siete partes son:

- 18000–1: Generic parameters for air interfaces for globally accepted frequencies
- 18000–2: Air interface for 135 KHz
- 18000–3: Air interface for 13.56 MHz
- 18000–4: Air interface for 2.45 GHz
- 18000–5: Air interface for 5.8 GHz
- 18000–6: Air interface for 860 MHz to 930 MHz
- 18000–7: Air interface at 433.92 MHz

1.3.3 Lectores para RFID

La función de los lectores RFID es la transmisión de ondas electromagnéticas que son las encargadas de alimentar energéticamente a los Tags o transponder, mediante antenas que emiten señales de radiofrecuencia y al mismo tiempo realizan la captura de la información codificada que posteriormente será decodificada a través de un software.

Como menciona (RFID POINT, 2015) El principal objetivo de un lector de RFID es transmitir y recibir señales, convirtiendo las ondas de radio de los tags en un formato legible para las computadoras.

La gran mayoría de los lectores son capaces de leer y escribir información en un tag, la comunicación se la puede realizar en cualquiera de las cuatro bandas de frecuencia: LOW, HIGH, ULTRAHIGH, MICROWAVE. Los lectores además poseen una tecnología conocida como anticollisiones la cual permite realizar lecturas simultáneas debido a la presencia de más de un tag a la vez, el lector debe estar conectado a las antenas para realizar la transmisión de la información. Existen 4 grupos de lectores entre ellos:

- Lectores fijos
- Lectores portátiles o manuales
- Lectores de mesa USB
- Lector de carretilla



Figura 10 Lectores
Tomado de (Dipole, 2015)

Lector Fijo

Son utilizados para situaciones en las que se requiera la toma de información automática la cual permita conocer movimientos específicos que se estén realizando cómo por ejemplo en: Portales para el registro de bienes o personas, puntos fijos en puntos de producción, en áreas de logística, ubicación en montacargas identificación de movimientos dentro de instalaciones, este tipo de tags son para lectura de alta precisión y confiabilidad. Acorde a las recomendaciones de (Dipole, 2015) debe tomar en consideración los siguientes parámetros al realizar la selección de un lector fijo.

- Certificado con la normativa EPC Global
- Máxima sensibilidad de recepción de señal proveniente del tag
- Trabajar con Protocolo aéreo EPC Global UHF Class1 Gen 2 / ISO 18000-6C
- Trabajar con Interface de comunicación LLRP (Low Level Reader Protocol)

Lectores de escritorio

Son lectores que son utilizados en actividades que requieran el manejo de gran número de artículos y deban asegurar el registro de uno por uno generalmente utilizado en supermercados.



Figura 11 Lector de mesa USB
Tomado de (Telectrónica, 2013)

Lectores portátiles

Permiten realizar un control con mayor facilidad y visibilidad de los activos en las bodegas o centros de distribución para un control más detallado, así como en tiendas de retailers que permitan tener un registro de sus operaciones.



Figura 12 Lector portátil
Tomado de (ZIH Corp - ZEBRA, 2015)

Lectores Carretillas o Montacargas

Su principal funcionalidad es para identificar y mantener una mejor trazabilidad de los movimientos de los ítems manejados por montacargas mediante un sistema de tracking atado a un software, tecnología de posicionamiento y captura de datos. De esta manera se mantiene una mayor confiabilidad de inventarios o posicionamiento de ítems.



Figura 13 Lector Carretillas
Tomado de (EPC-RFID INFO, 2015)

Constituyen una herramienta perfecta en situaciones en las que se requiera realizar picking preparación de pedidos y el rastreo exacto de equipos a lo largo de la cadena de suministro en tiempo real, de esta manera los sistemas se mantienen actualizados a medida que el vehículo se desplaza a lo largo de zonas, esta información puede ser compartida en conjunto con la información de los portales o puntos de marcación identificados lo que permite mantener una trazabilidad no únicamente de los ítems, también se puede realizar el rastreo y la ubicación a montacargas.



Figura 14 Lector de carretilla
Tomado de (Intermec Technologies Corporation., 2007)

1.3.4 Enlace virtual – Software

Las etiquetas requieren de un software que permita la conectividad y la visualización de la información captada por los lectores, para esto se requiere un software específico que puede ser adaptado a las necesidades de cada negocio o de ser necesario la adaptación o conexión con sistemas más complejos como ERP's (SAP, ORACLE, M.Dynamics, etc.)



Figura 15 Software RFID
Tomado de (Carreras MD, 2015)

2. SITUACIÓN ACTUAL

Logistecsa SA. Compañía líder en servicios logísticos a nivel nacional conformada a partir del año 2002 brindando servicios únicamente a XEROX y posteriormente después de toma de decisiones acertadas se ha establecido como una de las empresas con mayor confiabilidad en el mercado nacional, posee tres servicios principales de almacenamiento, acondicionamiento y el transporte de productos.

En la actualidad trabaja con aproximadamente dos decenas de proveedores entre los que se encuentra multinacionales de renombre como 3M, BAXTER, BAYER, etc. Actualmente se acondiciona aproximadamente 2 Millones de unidades al mes entre todos los clientes. La empresa a la fecha cuenta con bodegas de 8500m² en Quito y 10600m² en Guayaquil.

Con un crecimiento constante tanto nacional como internacionalmente es prioridad para la organización mantener una política de mejora continua en la calidad de servicio y confiabilidad a sus clientes, por esta razón se analiza la implementación de sistemas RFID en las bodegas de Quito donde se realiza las 3 actividades principales almacenamiento, acondicionamiento y transporte.

Tabla 5 Ranking global empresas Ecuatorianas

	Ranking - 2013	Ranking - 2014	\$(*)
Activo	2720	2374	\$5,165,861.74
Ingreso	3532	2644	\$4,959,070.59
Patrimonio	15674	10476	\$193,474.85

Adaptado de Superintendencia de compañías.

Respecto a la superintendencia de compañías hasta el año 2014 Logistecsa SA. Se encuentra ubicado en la posición 2374 respecto a activos y en la posición 2644 respecto a Ingresos como se observa en la Tabla 5 Ranking global empresas Ecuatorianas, Logistecsa ha presentado una mejora en todos los

aspectos tanto en Ingresos, Activos y Patrimonio en comparación al año 2013 y con proyecciones a seguir creciendo de manera similar durante el periodo 2015.

Tabla 6 Ranking competencia Logistecsa

Ranking 2014	Ranking 2013	NOMBRE	PROVINCIA	CIUDAD	TAMAÑO	INGRESO POR VENTA
45	30	QUIFATEX SA	PICHINCHA	UIO	GRANDE	\$248,562,235.79
396	515	TECNANDINA SA TENSA	PICHINCHA	UIO	GRANDE	\$41,528,826.54
1001	1071	PORTRANS S.A.	GUAYAS	GYE	GRANDE	\$15,411,836.96
1291	1465	LOGIRAN S.A.	GUAYAS	GYE	GRANDE	\$11,820,881.8
2644	3532	LOGISTICA ECUATORIANA S.A. LOGISTECSA	PICHINCHA	UIO	MEDIANA	\$4,959,070.59
2729	2486	INTEGRATED LOGISTICS SERVICES SERVILOGISTICS S.A.	PICHINCHA	UIO	GRANDE	\$4,766,066.79

Adaptado de Súper intendencia de compañías

Principales competidores

1. **ILS** - Integrated Logistics Services:
Principal operador farmacéutico del Ecuador
Operaciones en Quito-Guayaquil-Cuenca-Santo Domingo
2. **PORTRANS**: Hace parte del grupo AGUNSA de Chile
Operaciones en Quito y Guayaquil
A nivel mundial está en más de 25 países.
3. **RANSA**: Hace parte del Grupo Romero de Perú
Operaciones en Quito y Guayaquil
4. **QUIFATEX**: Distribuidor farmacéutico de consumo, su principal línea de negocio es la distribución y representación, sin embargo por su gran infraestructura ofrece servicios logísticos
5. **TECNIANDINA**: Es el operador de GRUNENTHAL, opera en las mismas instalaciones de la planta de este laboratorio, tiene muy alto estándar pero muy poco espacio de almacenamiento

Respecto a la T

Tabla 6 Ranking competencia *Logistecsa* se ha considerado el ranking de los principales competidores y se ha evaluado sus ingresos, patrimonios y activos que poseen respecto a los que posee Logistecsa, ubicándose en la posición de 5 respecto a las 6 empresas más grandes consideradas para el análisis.

2.1 Evaluación de procesos o Situación actual

Como se mencionó anteriormente los principales servicios brindados por parte de Logistecsa son los siguientes:

- Almacenamiento y Manejo de Bodegas
- Acondicionamientos Menores
- Distribución Nacional

2.1.1 Almacenamiento y manejo de bodegas

Para el almacenamiento Logistecsa cuenta con dos bodegas ubicadas en la ciudad de QUITO y GUAYAQUIL para el análisis se tomara en cuenta únicamente al de la ciudad de QUITO. Las bodegas se encuentran equipadas con 20 Racks, 6 niveles y 28 posiciones por nivel, con posiciones y dimensiones ajustables a las necesidades de los clientes.

Actualmente el flujo de mercancía dentro de las bodegas cercana a 75000 cajas por mes o una media de 2300 pallets por mes en las bodegas de Quito y alrededor de 105000 cajas por mes en las bodegas de Guayaquil.

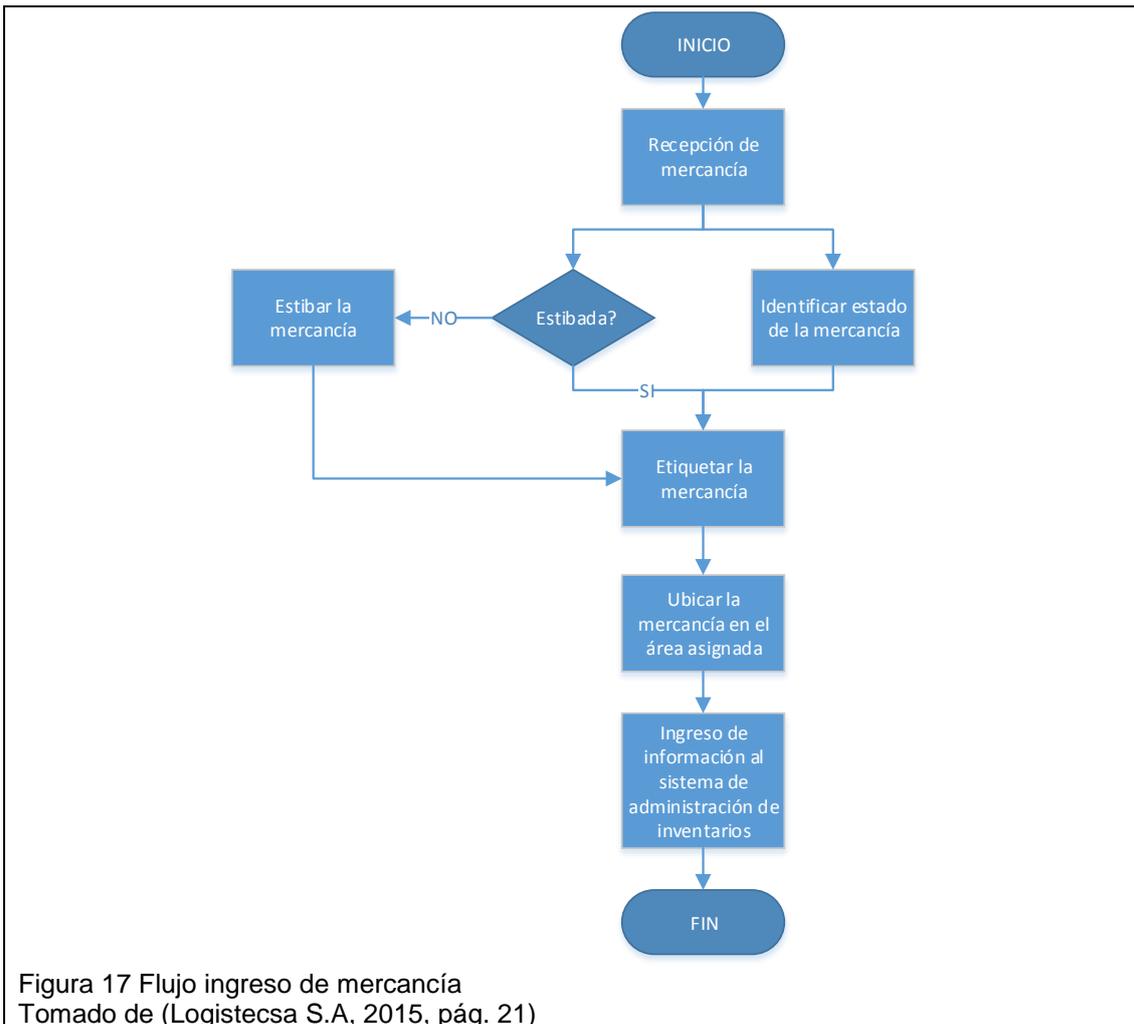
En bodegas de Quito se genera un promedio 3000 facturas mensuales lo que quiere decir se genera el mismo número de pedidos y ordenes de despacho. El proceso inicia con la recepción de mercancía y revisión de estado de los containers o presentación en las que arribe el material siguiendo la normativa establecida, revisión material vs guías de remisión y el status de la mercancía.

En la recepción del material se realiza la validación al 100% del material, esta actividad es realizada por el ayudante de bodega con el fin de evitar diferencias significativas en inventarios en caso de no existir diferencias se continua con el flujo y se realiza la toma de información relevante del material, fecha de caducidad, lote proveedor, fecha de producción, cantidad de lote, etc. de manera manual para posteriormente realizar la carga de la información en los sistemas WMS incluyendo la ubicación del material dentro de la bodega.

Por procedimiento de Logistecsa el tiempo empleado en la entera recepción e ingreso a los sistemas de la mercancía en cualquier presentación que esta sea, puede tomar hasta un máximo de 48 horas, tiempo en el cual se deberá realizar la validación, identificación y correcto estibaje de la mercancía.

CÓDIGO		DESCRIPCIÓN	LOTE	• CAJAS	VENCIMIENTO (DÍAS/MES/AÑO)	CANTIDAD UNIDADES	FACTO R DE EMPA QUE	UBICACIÓN DE INGRESO (rack, fila, columna)
1								
2								
3								

Figura 16 Formulario recepción y ubicación del producto
Tomado de (Logistecsa S.A, 2015)



Una vez terminado el proceso de recepción y revisión de la mercancía se procede con las actividades de ubicación física de mercancías en áreas de almacenamiento asignadas así como también su ubicación en el WMS sistemas de administración de inventarios. Para la ubicación física se utiliza la siguiente decodificación de coordenadas XX YY ZZ

- XX: Identificación del Rack
- YY: Identificación de fila
- ZZ: Identificación de nivel

Se puede realizar la ubicación del producto en el siguiente estado:

- Producto terminado aprobado
- Producto en cuarentena
- Producto de devolución
- Producto averiado
- Producto acondicionado
- Producto para destrucción
- Producto corta fecha
- Producto caducado
- Producto remanente
- Producto controlado

La ubicación de los materiales se los realiza considerando las posiciones en los racks para cada cliente, esta actividad es realizada por parte del ayudante de bodegas el mismo que es encargado de tomar la información en el formato de ubicación de mercancía.

2.1.1.1 Movimientos dentro de bodegas

El material puede mantener varios estatus después de realizar la recepción:

- **Control Calidad:** Material que necesita ser analizado a detalle por personal del Calidad
- **Cuarentena:** Material que necesita ser acondicionado, material que no posee toda la información necesaria para su distribución o almacenamiento.
- **Bloqueado:** material que deba ser segregado y no cumple con los estándares.
- **Libre utilización:** Material que cumple con estándares y puede ser distribuido inmediatamente.

En el estado de cuarentena al material se lo coloca en otra sección de los racks, un área específica para ser revisado o acondicionado y esté listo para la

distribución. Este tipo de material se encuentra ubicado en una zona específica, en total se tiene 3 racks para la totalidad de productos que se encuentran en observación u acondicionamiento.

Identificación del producto

Los productos en sus cajas como mínimo deben estar identificadas con los siguientes datos:

- Nombre de producto
- Lote
- Cantidad

Esta información puede ser manejada con la información o etiqueta original de los clientes, en caso de ser necesario estas etiquetas pueden ser gestionadas por Logistecsa bajo el requisito de mantener la información mínima arriba anotada.

Identificación de saldos & Misceláneos

En todo momento debe estar identificada las cajas que no estén completas al 100% es decir no se mantenga la “Caja llena” debe mantener la etiqueta adherida la etiqueta de Contiene Saldo acorde al procedimiento interno “F.BO-05 CONTIENE SALDO”



Figura 18 Contiene saldo
Tomado de (Logistecsa S.A, 2015)

Indicadores de gestión de Almacenamiento

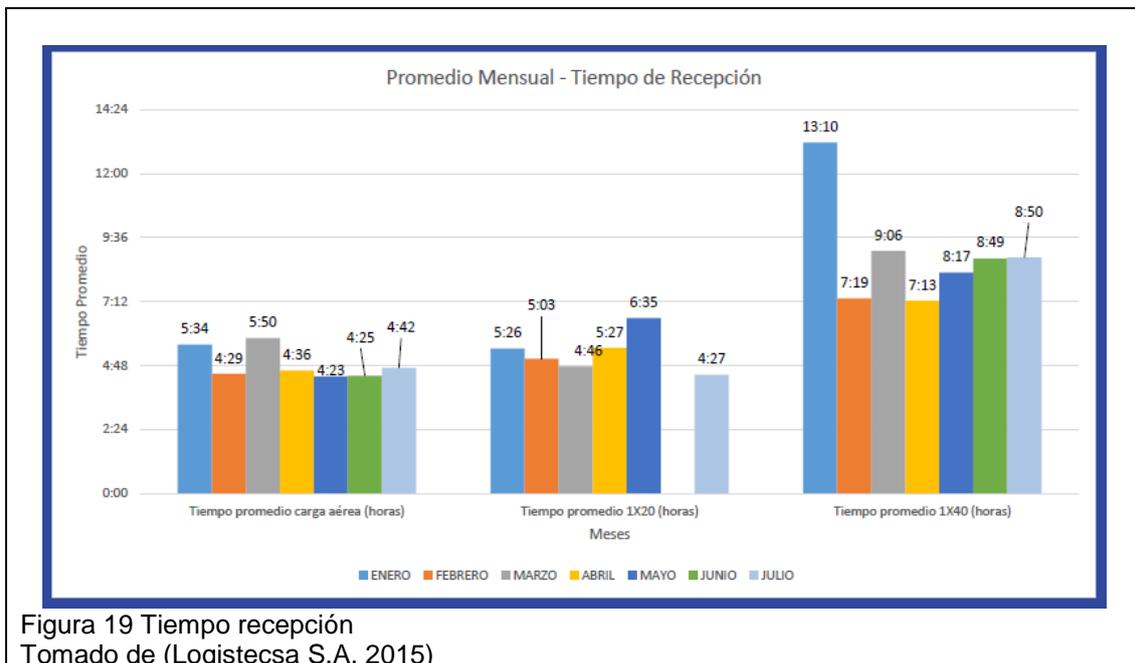


Figura 19 Tiempo recepción
Tomado de (Logistecsa S.A, 2015)

En el almacenamiento se maneja indicador de tiempo de recepción como se puede observar en la Figura 19 Tiempo recepción, a lo largo de este año se ha mantenido una media de 5-6 Horas Aproximadamente, se ha realizado la cuantificación por tipo de recepción como se ve detalla en la Figura por: Carga área, 1*20 y 1*40.

2.1.1.2 Alistamiento de pedidos

Parte del proceso de almacenamiento y manejo de bodegas se considera al proceso **Alistamiento de pedidos**, en este proceso se genera un documento con las cantidades de mercancía que se solicita en una orden de compra-pedido los productos, material o materias primas para despachar al cliente.



Figura 20 Preparación de pedidos

Durante el alistamiento de pedidos y durante la preparación se debe tomar en consideración el sistema FIFO (First In First Out) y FEFO (First Expire First Out). FEFO con mercadería que tenga fecha de caducidad como es el caso de los medicamentos o alimentos perecibles. La configuración de consumo viene dada por el WMS o ERP de control de inventarios al emitir los pedidos o listado de picking. El listado de picking incluye la siguiente información:

- Código del material: SKU
- Descripción
- Cantidad
- Tipo de Unidad
- Ubicación
- Lote
- Fecha de vencimiento
- Marcación: PVPN – PVP

Es de suma importancia respetar las ubicaciones mencionadas en el picking list debido a que en estas ubicaciones se encuentra la mercancía próximas a expirar y al tomar producto de otras posiciones se genera descuadres de inventarios.

El flujo inicia cuando el cliente envía la solicitud de pedido Picking list la cual es atada a una factura, una vez que el pedido es entregado al ayudante de bodega por parte del Jefe de bodegas, el ayudante de bodegas puede iniciar el proceso de recolección.

El Jefe de bodegas deberá verificar la disponibilidad de los ítems y lotes solicitados y de esta manera autorizar el alistamiento de pedidos. Una vez autorizados los pedidos el ayudante de bodega deberá organizar los pedidos de tal manera que la recolección se agilite y se optimice el recorrido del montacarguista al realiza la preparación de los pedidos, además antes de retirar cualquier producto de su ubicación respectiva se debe verificar la siguiente información en el producto: código del producto, descripción, número de lote, fecha de vencimiento, cantidad del producto y la ubicación del producto que está retirando corresponde al indicado en el listado del picking.

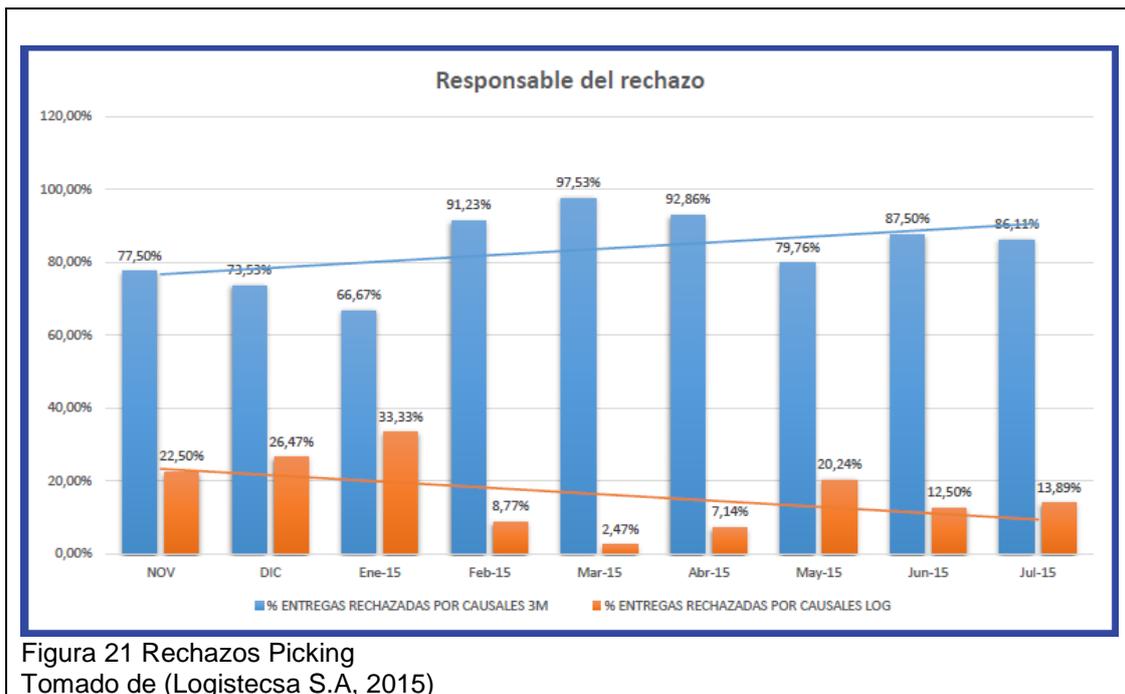
Una vez realizado el picking del material el ayudante de bodega debe colocar la mercancía en la zona de despacho, anotar el total de bultos y anotarlo en el listado para posterior revisión.

Una vez realizada la toma de las mercancías se procede a entregar al jefe de bodegas la mercancía con la respectiva firma de responsabilidad, quien posteriormente realiza la segunda validación del material y procede a sellar con la cinta adhesiva correspondiente a cada cliente, adicional se deberá imprimir las rotulaciones de identificación para cada caja con información: Nombre del cliente indirecto, N° de factura ciudad de destino, número de bultos, dirección exacta de entrega.

Finalmente el auxiliar de bodegas traslada los pedidos a la zona de distribución, entregándolo a un responsable de dicha área, junto con la documentación del caso (Facturas, guías de remisión, etc.)

2.1.1.3 Indicadores de gestión Alistamiento de pedidos

El alistamiento de pedidos se lo puede realizar en distintas presentaciones: por artículos por pallets o cajas enteras. Su complejidad es directamente proporcional al número de ítems o artículos individuales sean requeridos, este proceso se considera de alta criticidad y solamente personal con experiencia en cargo la puede realizar en caso de ser aprendiz del puesto necesita acompañamiento durante todo el tiempo.



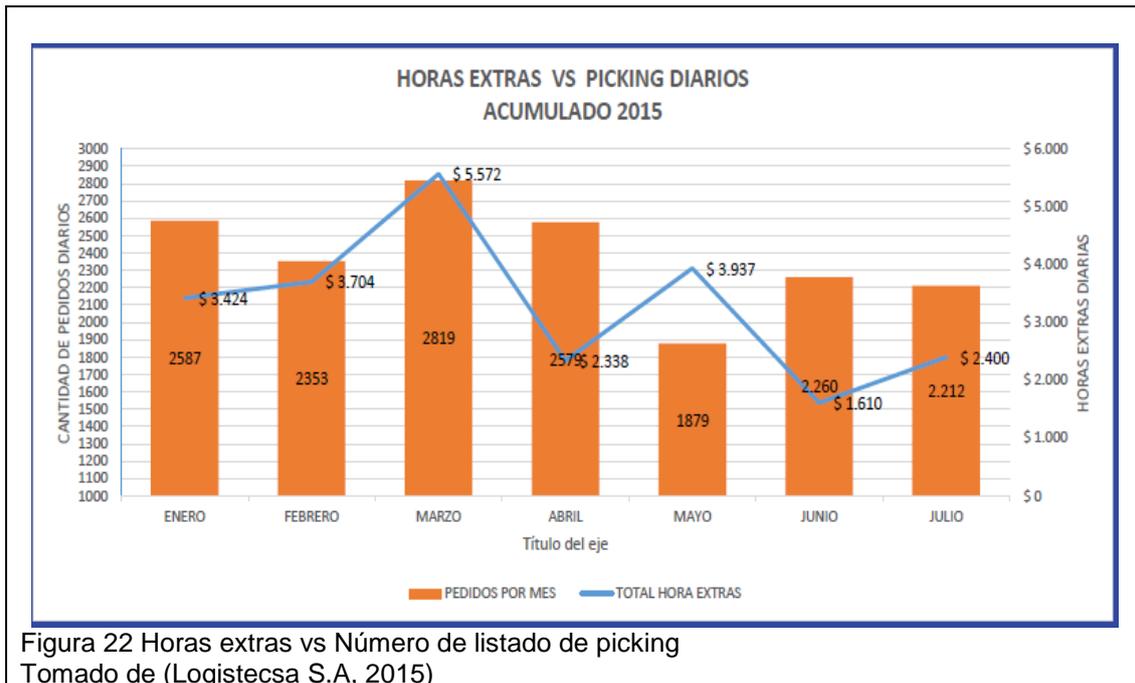
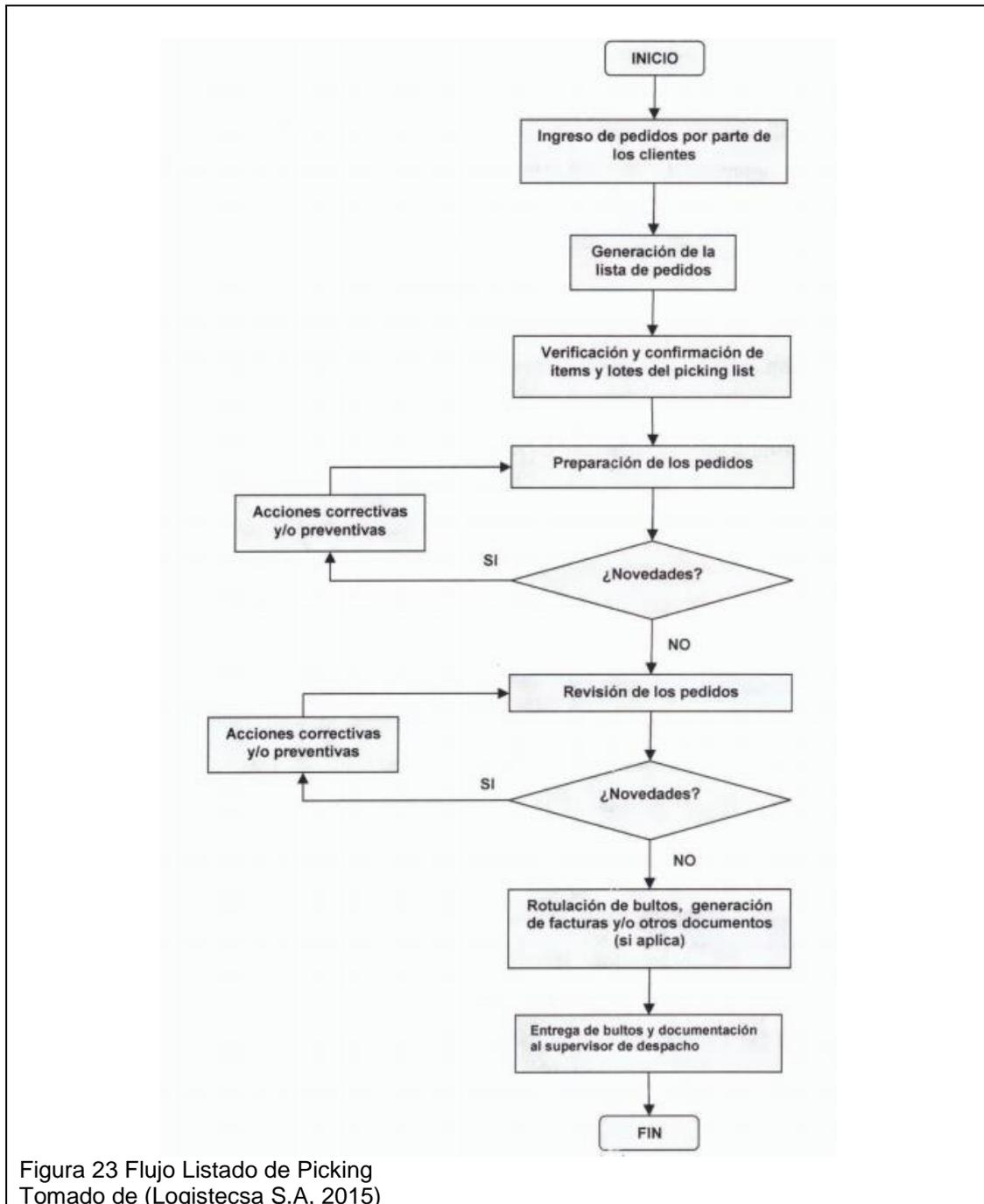


Figura 22 Horas extras vs Número de listado de picking
Tomado de (Logistecsa S.A, 2015)

Como se observa en la Figura 22 Horas extras vs Número de listado de picking el número de pedidos están directamente relacionados al cobro de horas extras, es por eso que se necesita que este proceso sea optimizado. Actualmente como se ve en la Figura la responsabilidad de rechazos está compartida entre los clientes y Logistecsa. Del 100% de rechazos Logistecsa está involucrado en un 24% del total. Las principales causas de rechazo es mal estado de producto, envío de códigos incorrectos, cantidades incorrectas principalmente.



2.1.2 Acondicionamiento menor

Estos procesos son establecidos para cada cliente dependiendo de los requerimientos necesarios, como en el caso de medicina se necesita la marcación de medicamento genérico, PVP y demás impresiones o mensajes que se quiera publicar.

Los procesos de acondicionamiento son: Impresiones con Ink Jet, Termo sellado, etiquetado y empaque.



Una vez terminado el proceso de acondicionamiento el material debe ser entregado a personal de calidad para que realice una segunda validación y se realice una inspección aleatoria del producto acondicionado, el muestreo varía dependiendo de la cantidad de la mercancía.

Una vez validada la mercancía es entregada de nuevo al personal de bodega para realizar el traspaso de estatus “CUARENTENA” a estatus de “LIBRE UTILIZACIÓN” y pueda ser considerado para el despacho.

Otro proceso de acondicionamiento que se realiza en Logistecsa es el empaquetado y termo sellado, consiste en realizar empaques a las medidas del cliente y con las cantidades que el cliente solicite.

2.1.3 Distribución nacional

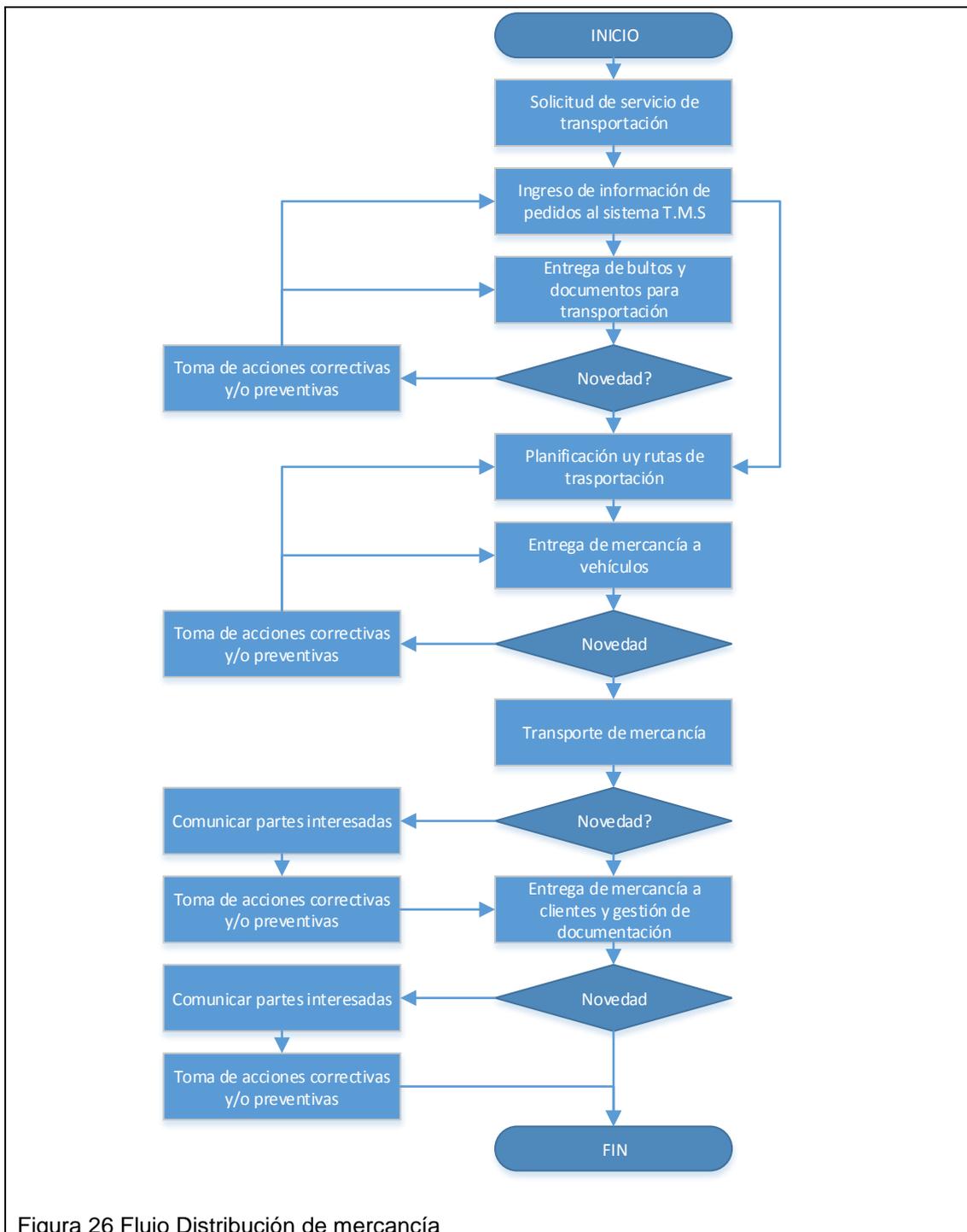
La distribución se lo realiza en base a los pedidos recibidos por los clientes para esto se requiere acceso al sistemas TMS y se obtiene el formato “Detalle de productos entregados de bodega a despachos” la información corresponde a documentos, bultos y observaciones especiales. El Jefe de distribución y

transporte o el auxiliar planifican la transportación y se comunica con las empresas de transporte subcontratadas para la definición de detalles, parte del proceso de bodegas es el etiquetado de la mercancía en cada caja en lugares visibles que no oculte ninguna información presente en la misma. En cajas con saldos se debe colocar una etiqueta adicional identificándola como saldo acorde a su procedimiento "F.BO-05 CONTIENE SALDO"

Se procede a realizar la carga de los camiones, el personal de bodega deberá estar presente para constatar las cantidades reales vs las descritas en los documentos, una vez validada la mercancía se procede hacer la entrega de la documentación y registros necesarios para el transporte además de manejar los registros de recepción por parte del transportista.



Figura 25 Enfundado y termo encogido



2.1.4 Manejo de Inventarios

El manejo de inventario busca asegurar la fiabilidad de los movimientos realizados en bodegas tanto como entradas, salidas y movimientos internos. Para esto Logistecsca cuenta con un sistema desarrollado internamente

Warehouse Management System (WMS) el cual permite tener una conexión y visualización del estado de los inventarios de los clientes. La función principal de estos sistemas es la gestión del inventario acorde a la necesidad de los clientes, por esta razón Logistecsa trabaja en mantener un alto nivel de confiabilidad respecto a los inventarios.

El sistema permite registrar la información completa del material que es recolectada al ingreso a las bodegas como se menciona previamente en la sección 2.1.1 Almacenamiento y manejo de bodegas, se busca mantener la trazabilidad de cada lote y de cada SKU operado por Logistecsa. El ingreso a esta aplicación se lo puede realizar remotamente desde cualquier punto con conexión a internet con la previa creación de un usuario, cada cliente en Logistecsa tiene acceso a esta información como muestra la Figura 27 Ingreso WMS desde donde puede obtener reportes, generar solicitudes, verificar las ordenes en proceso entre otros tipo de funcionalidades que serán explicados a continuación.



Como menciona Alexandra Correa Espinel El WMS es un subsistema de información que ayuda en la administración del flujo del producto y el manejo de las instalaciones en la red logística. Además, se considera que controla las operaciones que alimentan de materia prima y componentes al proceso de

producción, y atiende las órdenes de pedidos de los clientes. (Correa Espinel & Gomez Montoya, 2010, pág. 3)

El WMS se clasifica en cinco elementos, la recepción, Almacenamiento, administración de inventarios, procesamiento de órdenes y preparación de pedidos. La ventaja de este sistema según Espinel el principal beneficio es la confiabilidad en la información y la centralización de la información en un solo sistema además de permitir brindar un mejor nivel de servicio.

2.1.4.1 Control de inventarios

Se maneja dos procesos principales Inventarios generales y los inventarios cíclicos y de esta manera asegurar las entradas y salidas de mercancías así como el asegurar la trazabilidad de movimientos internos entre los procesos.

Acorde a lo mencionado anteriormente la mercancía que es receptada en Logistecsa se la ingresa en los sistemas en un tiempo máximo de hasta 48 horas, después de pasar por el resto de procesos como la validación del material y el estibaje de material en caso de que aplicará. La información almacenada en el WMS es la información recolectada de forma manual en el formato "F.BO-02 RECP MER" Recepción de Mercancía por el Auxiliar de bodega.

LOGISTECSA OPERADOR LOGISTICO REGIONAL													RECEPCION DE LA MERCANCIA			
Fecha de recepción (dd/mm/aaaa):			Persona quien recibe:				Documento de Ingreso:		Código de Recepción:							
Nombre Compañía Transportadora :				Placas del Vehículo :				Nombre del conductor :								
Nombre del Cliente:				Fabricante y/o Proveedor:				Orden de Compra:								
Descripción del Producto										Cantidad			Ubicación Macro	Observaciones		
Código	Nombre	Lote	Presentación	Forma Farmacéutica	Fabricación (mmm/aaaa)	Vencimiento (mmm/aaaa)	Cajas Completas	Unids / Caja	Caja Saldo	Total Unidades						

Figura 28 Formato recepción de Mercancía

Una vez que la información es recolectada se la ingresa de modo manual, para de esta manera poder visualizar y mantener los inventarios actualizados y visibles en las plataformas. Esto permite a su vez poder llevar un registro sobre los movimientos que se realizan dentro de las bodegas es decir si se realiza

movimientos para realizar Acondicionamiento o si el material es removido como parte del proceso de picking.

Dicho reporte de trazabilidad del material se lo puede obtener a través del WMS, generando un Kardex como se lo observa a continuación.

SKU	NOMBRE SKU	MOTIVO	FECHA DOC/DOCUM	DESCRIPCION MOVIMIENTO	VENCIMIENTO	LOTE	UBICAC.	UNIDADES	T. UND. MARCACION
Bodega : RCN									
UBICACION: 27.10.3									
130211	Omeprazol 40 mg	POR INVENTARIO II	06/04/2015 IB	1 TIF: 20150406	01/01/2018	N150061	27.10.3	11,470	PIEZA
130211	Omeprazol 40 mg	POR TOMA FISICA	07/05/2015 AI	3 TIF: 20150507	01/01/2018	N150061	27.10.3	11,470	PIEZA
130211	Omeprazol 40 mg	POR TOMA FISICA	07/05/2015 AE	3 TIF: 20150507	01/01/2018	N150061	27.10.3	11,470	PIEZA
TOTAL DEL ITEM : 130211 EN LA UBICACION : 27.10.3								11,470	PIEZA
UBICACION: 27.11.1									
130211	Omeprazol 40 mg	POR INVENTARIO II	06/04/2015 IB	1 TIF: 20150406	01/12/2017	N140884	27.11.1	11,450	PIEZA
130211	Omeprazol 40 mg	POR TOMA FISICA	07/05/2015 AE	3 TIF: 20150507	01/12/2017	N140884	27.11.1	11,450	PIEZA
130211	Omeprazol 40 mg	POR TOMA FISICA	07/05/2015 AI	3 TIF: 20150507	01/12/2017	N140884	27.11.1	11,450	PIEZA
130211	Omeprazol 40 mg	POR PICKING MANI	08/05/2015 EB	369 ORDEN DE ACONDICIONAMIENTO 97	01/12/2017	N140884	27.11.1	5,000	PIEZA
TOTAL DEL ITEM : 130211 EN LA UBICACION : 27.11.1								6,450	PIEZA

Figura 29 Kardex de bodega

El WMS está formado por tres partes principales:

- Ingreso de información
- Modificaciones de órdenes
- Generación de reportes



Figura 30 Plataforma WMS – Ingreso de información
Tomado de (Logistecsa, s.f)



Figura 31 WMS – Generación de reportes
Tomado de (Logistecsa, s.f)

De esta manera las bases de datos se mantienen actualizadas y a disponibilidad de los clientes, con un usuario que permite ver específicamente la información de sus inventarios.

2.1.4.2 Tipo de inventarios

2.1.4.2.1 Inventarios Cíclicos

Este trabajo se realiza con el involucramiento de los Auxiliares y Jefes de bodegas e inicia desde el momento en el que el Jefe de bodegas o Coordinador de operaciones genera el listado de inventario total de la bodega respectiva, en el sistema informático correspondiente, en este listado constará la siguiente información: Bodega, Descripción, Código, Lote, Ubicación, Existencia, Comprometido, Disponible, Expira y Observaciones, en función como esté diseñado el sistema de Logistecsa o en su defecto el del cliente.

Para dar inicio al inventario cíclico el Jefe de bodegas deberá generar un reporte con la información anteriormente mencionada y de ser necesario generar un archivo Excel donde pueda eliminar los valores de los campos: Existencia,

Comprometido y Disponible ya que posteriormente este archivo debe ser impreso y compartido con los auxiliares de bodega encargados de inventario.

El jefe de bodegas hace la entrega del documento al auxiliar, con la posición marcada, en dicha posición de la bodega se debe verificar físicamente las cantidades y registrar la información. Al finalizar el inventario el documento debe ser entregado al Jefe de Bodegas con la respectiva firma de responsabilidad para realizar la verificación de observaciones y en caso de obtener algún tipo de notificación o problema tomar las acciones correctivas inmediatas, las cantidades presentada por los Auxiliares es cotejada a la de los sistemas que inicialmente fue generada.

En caso de presentar discrepancias Digital versus el real se programa un segundo conteo en caso de persistir se continua con investigaciones del motivo del descuadre.

Todos los listados deben ser devueltos y es responsabilidad del Jefe de Bodegas almacenarlos por fecha.



2.1.4.2.2 Inventarios General

Como menciona Max Muller Todas las organizaciones mantienen inventarios. Los inventarios de una compañía están constituido por sus materias primas sus productos en procesos, los suministros que utiliza en sus operaciones y los productos terminados.

En caso de Logistecsa opera los inventarios de sus clientes que se encuentra constituidos como se lo menciona previamente, de materias primas, productos terminados, etc. Logistecsa con el objetivo de asegurar la calidad y mejorar el nivel de servicio tiene planificado anualmente la realización de inventaros generales o cuando sus clientes lo requieran.

El inventario planificado se lo realiza anualmente dependiendo de las fechas establecidas por Logistecsa, adicional los clientes como se menciona previamente pueden solicitar la realización de uno cuando ellos crean necesario. La notificación es recibida por parte de los clientes de manera escrita y Logistecsa tendrá un tiempo de acción estimado de 2 a tres días para poder ejecutar la validación al 100%.

El día del inventario se deber realizar el corte en sistemas de pedidos de clientes y en el sistema de Logistecsa para ello debe evitarse el movimiento de producto de la bodega durante el inventario.

EQUIPOS DE TRABAJO

Previamente al día del inventario bajo acuerdo entre el coordinador de operaciones, Jefe de bodegas y el cliente se definirá el personal que conformará la “Mesa de Control” así como también los grupos y las zonas de las que serán encargados de validar.

La función de la mesa de control es centralizar la información recolectada y realizar validaciones de método durante la toma de inventario.



Figura 33 Bodegas Logistecsa Quito

El proceso consiste en realizar dos conteos de todos los artículos por cada grupo en la zona que son responsables.

Se realiza el primer conteo de las zonas predefinidas y en cada estiba se debe colocar un sticker “Primer conteo”, una vez terminado el conteo se realiza la entrega de la plantilla a la mesa de control y se da por terminado el primer conteo.

El Coordinador de operaciones en conjunto con el responsable del cliente redistribuye los grupos de tal manera que un grupo no sea asignado nuevamente al área que fue responsable y de esta manera se puede dar inicio al segundo conteo.

Al finalizar el segundo conteo se debe etiquetar las estibas de igual manera con un sticker “Segundo Conteo” en una zona visible.

Mesa de control realiza la validación de las cantidades de cada plantilla y en caso de tener variaciones entre el primer y segundo conteo se solicita realizar un

tercer conteo. Posteriormente se realiza la validación entre la información física y la información en los sistemas en caso de tener variaciones se analiza a detalle los movimientos en sistemas vs documentos de movimientos, esta información es entregada a la mesa de control quien comparte un informe con la novedades observadas. El coordinador de Operaciones recibe el informe y en caso de existir diferencias deberá generar el “Informe de Diferencias”.

El cliente al recibir el informe sobre los faltantes si aplicará realiza los ajustes en sus sistemas y se notifica al Coordinador de Operaciones sobre la modificación por parte del cliente y se debe verificar que la información actualizada sea la correcta.

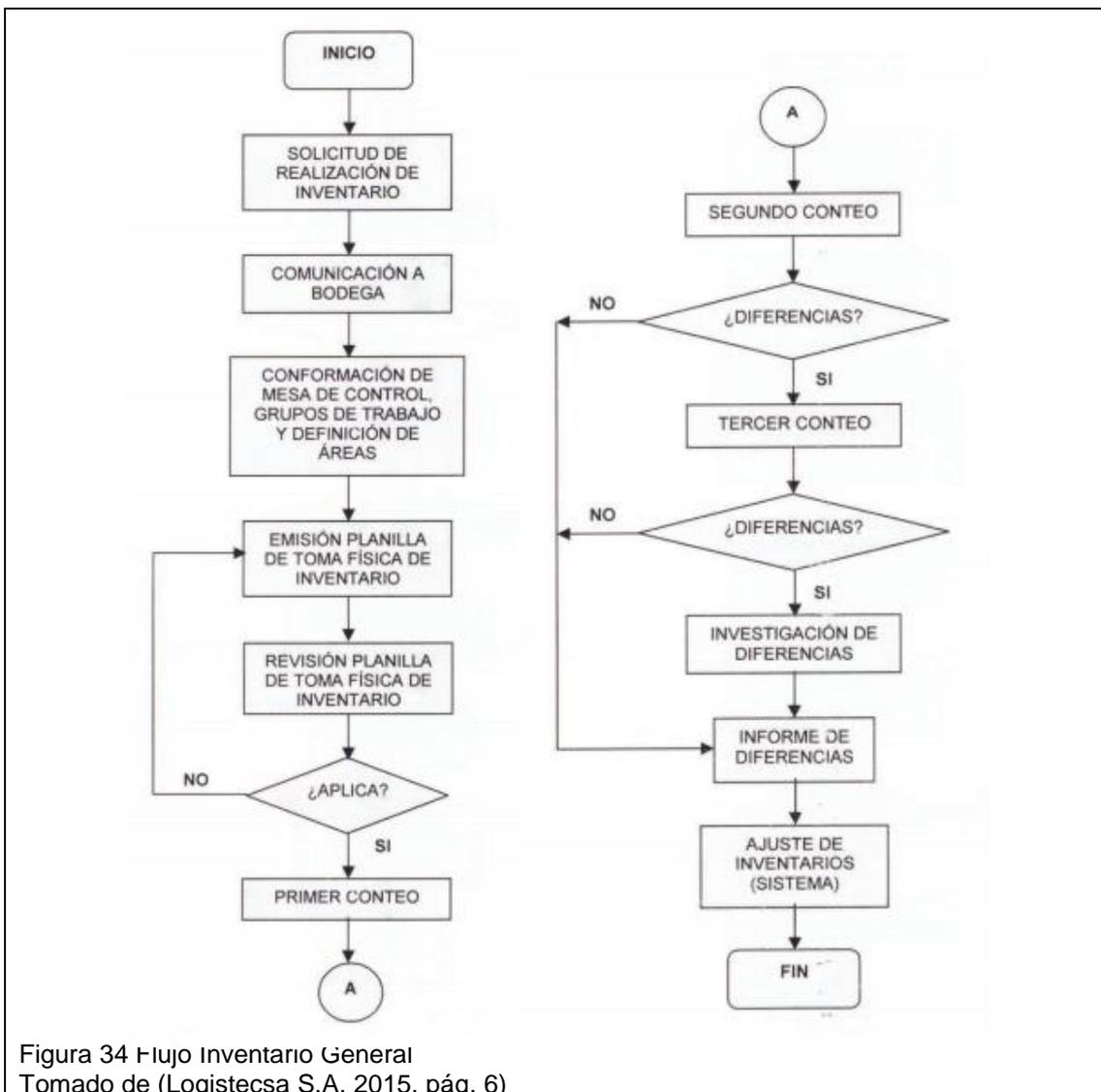
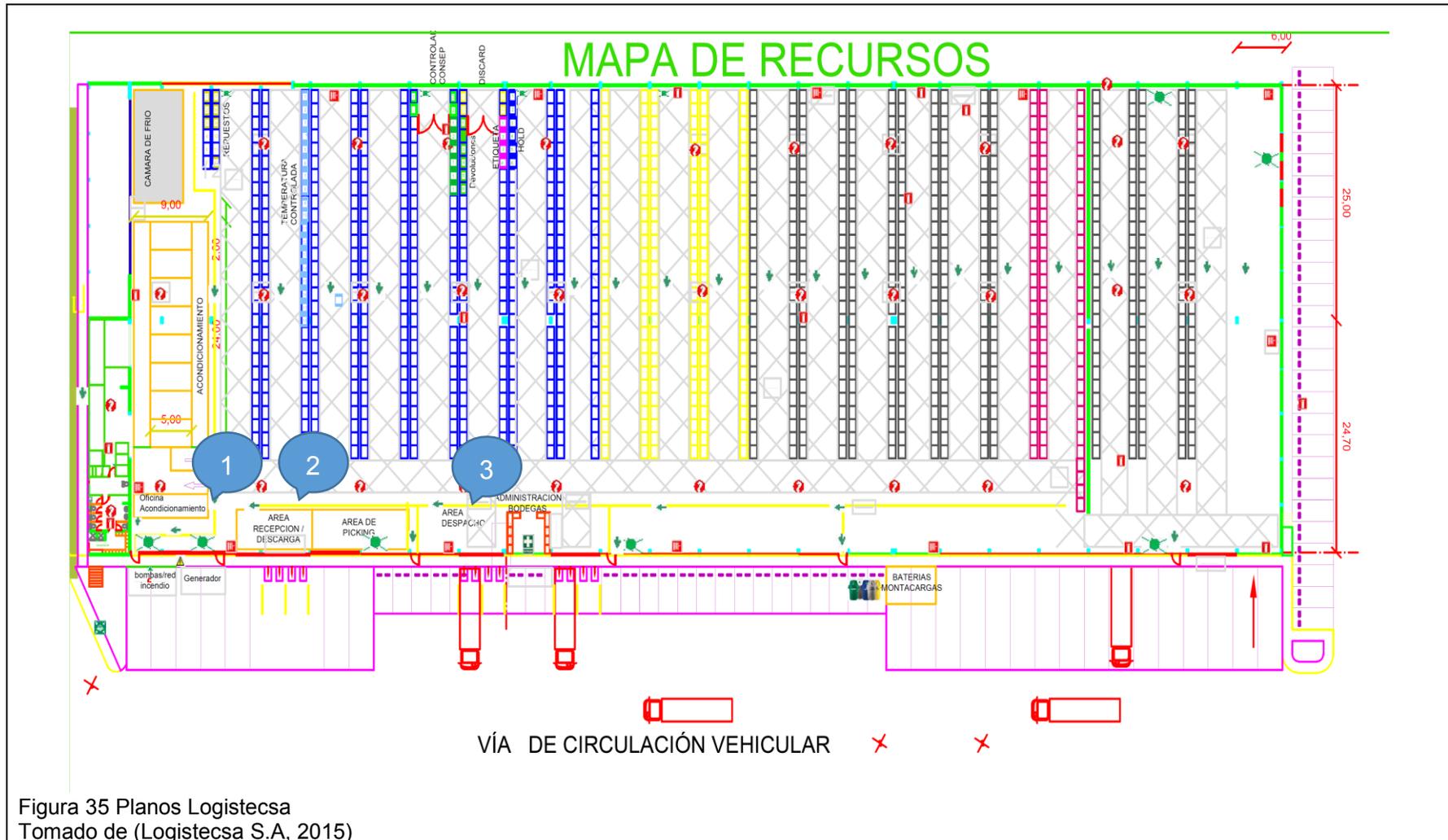


Figura 34 Flujo Inventario General
Tomado de (Logistecsa S.A, 2015, pág. 6)

2.2 Problemática en bodegas



Una vez realizada la revisión de los procesos principales se puede definir los puntos de mejora y las áreas que pueden ser afectadas con la implementación de un sistema RFID, es por eso que se considera a los siguientes procesos críticos mencionados a continuación.

Los procesos identificados a continuación tienen un enfoque en la reducción de actividades no generadoras de valor, reprocesos, tiempos muertos y costos asociados al manejo inadecuado de mercancía durante su almacenamiento.

2.2.1 Recepción

Uno de los problemas en el proceso de un operador Logístico es el tiempo que conlleva realizar las actividades ya que de este tiempo dependerá la calidad de servicio y la confiabilidad que perciba el cliente.

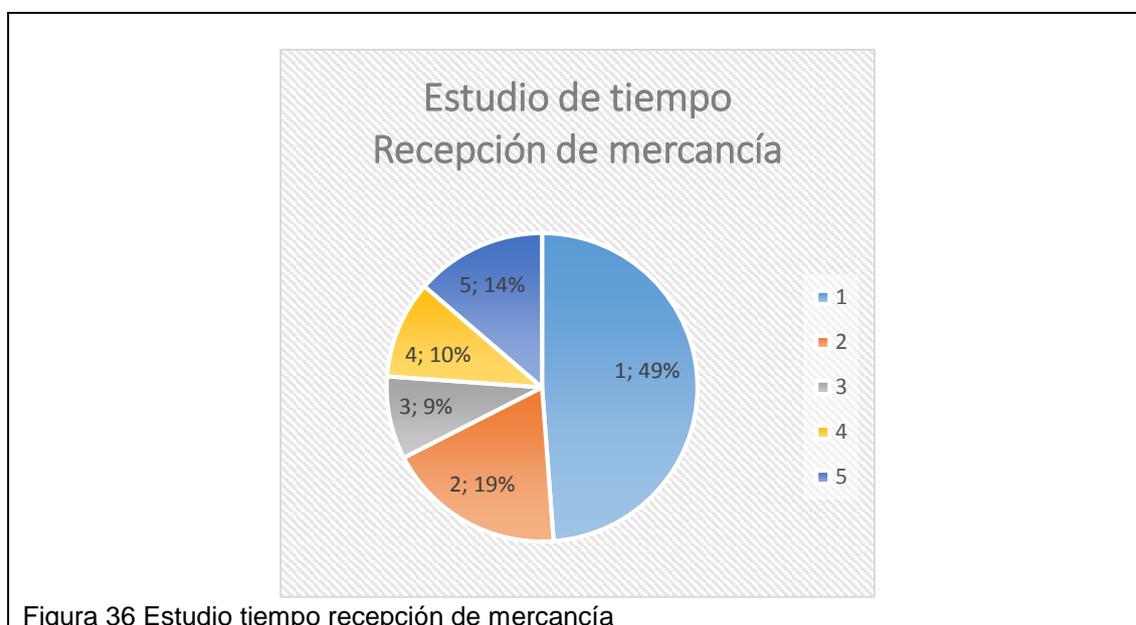
Durante el análisis se identificó que en la recepción puede tomar de 24 a 48 Horas hasta que se tenga reflejado en sistemas el material, por esta razón a continuación se describe un análisis de tiempos en la actividad de recepción.

Siguiendo la descripción de la Figura 17 Flujo ingreso de mercancía, se realiza un estudio de tiempos con el objetivo de definir los tiempos incurridos en cada actividad durante la recepción e ingreso de mercancías. El proceso analizado consiste desde el arribo de los transportistas a los andenes hasta que el material es finalmente almacenado en los racks e ingresado en los sistemas.

Se realizó un estudio de tiempos en cada parte de flujo, el análisis se lo realizó con mercancía que requería ser analizada en su totalidad por personal de bodegas. El tamaño de las muestra para el análisis es de 10 mediciones con el mismo ayudante de bodega con el objetivo de evitar alteración en el método con el que se realiza las actividades, cabe mencionar que la mayoría de las actividades se las realiza de manera manual sin apoyo de sistemas, como por ejemplo en la definición de ubicaciones.

Tabla 7 Estudio tiempo recepción de las muestras

Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T (Media)
1. Identificación estado de la mercancía (Conteo y validación de cantidades)	14,1	17,0	15,2	14,4	16,3	13,8	14,1	14,3	13,7	13,8	14,67
2. Etiquetar la mercancía	5,5	5,2	4,3	6,6	8,1	5,6	4,9	5,2	5,6	5	5,6
3. Notificación por parte ayudante de bodegas la posición de colocación del pallets	3,4	2,2	2,6	3,1	1,9	2,6	2	2,7	2,4	3,2	2,61
4. Ubicar la mercancía en el área asignada	3,7	3,4	3,1	2,9	2,5	2,8	3,4	3,3	2,5	3,1	3,07
5. Ingreso de la información al sistema de administración de inventarios	4,3	3,9	3,5	4,1	4,7	4,4	4,1	3,8	4,4	3,8	4,1
T. Total minutos											30,05



Las mediciones corresponden a cada **pallet revisado al 100%** por parte del ayudante de bodegas. Como se puede observar la actividad que mayor cantidad

de tiempo toma en ejecución es el número 1 debido a la revisión de cada una de las cajas.

La segunda actividad con mayor tiempo presentado es la número dos, el etiquetado de las cajas la cual representa el 19% de cada pallet analizado. Otra de las actividades que toman el 10% del tiempo total es la ubicación de los pallets, es decir el definir la posición del rack que se encuentra libre e informar al montacarguista para que el material sea depositado, esta actividad se lo realiza de manera visual acompañada de la experiencia del ayudante de bodega.

2.2.1.1 Puntos de enfoque

La actividad de enfoque es la Notificación por parte del ayudante de bodegas la posición de colocación del pallets, se considera uno de los tiempos no generadores de valor que durante el Capítulo 0 se propondrá cómo reducirla y optimizar el proceso de ordenes en su recepción.

Otro punto importante a considerar es la cantidad de trabajo manual que se realiza en esta actividad desde el registro manual de la ubicación hasta la toma de información por parte del ayudante de bodegas.

2.2.2 Alistamiento de pedidos

Como se menciona en la sección 2.1.1.2 el flujo inicia una vez que el Jefe de bodegas realiza la entrega del listado de picking al ayudante de bodegas. Este listado es generado por los clientes y se encuentran atados a una factura, cada listado que es entregado al ayudante de bodegas para que realice la recolección de la mercancía de cada una de las posiciones cómo se describe en la Figura 23 Flujo Listado de Picking.

Se realiza el análisis de las actividades ejecutadas en el Flujo y se identifica las siguientes oportunidades de mejora con el sistema RFID:

Recolección de mercancía

- Validación de la información del listado vs el del pallet: Se requiere de tiempo del personal para poder realizar la validación de la información detallada en la Figura 37 Picking List – Logistecsa y asegurar que el material es el adecuado, esto tiene alta probabilidad de error por parte del personal.
- Registro manual de cantidades y material ya recolectados, no existe restricciones: El registro de material ya recolectado es manual lo que puede incrementar el error de tomar dos veces un mismo material identificado en el Picking list.
- Validación de la ubicación del rack de donde se toma la mercancía sea la correcta: No se tiene un control sobre las posiciones de las que se pueda tomar el material, lo que genera que el personal pueda irrespetar la posición mencionada en la lista y tomar de otro lote que se encuentre más accesible al lote del cual debe ser tomado.
- Recolección de mercancías en ítems: No todos los materiales solicitados son despachados en parciales, en ciertos casos se despacha en ítems los cuales deben ser identificados como saldo.

Validación de cantidades

- Diferencias de inventarios respecto a lo mencionado en el sistema (Se llega a la posición y ya no hay material disponible): Debido al punto mencionado anteriormente el personal al no tener ningún limitante y por facilidad puede tomar material de otro nivel del rack y no necesariamente del nivel que menciona el listado, lo cual genera descuadres de inventarios y la desactualización de los sistemas.
- Se realiza una segunda validación manual por parte del Jefe o Auxiliar de bodegas: al realizar la entrega en zona de despacho se debe realizar un conteo de las cantidades que deben ser despachadas.

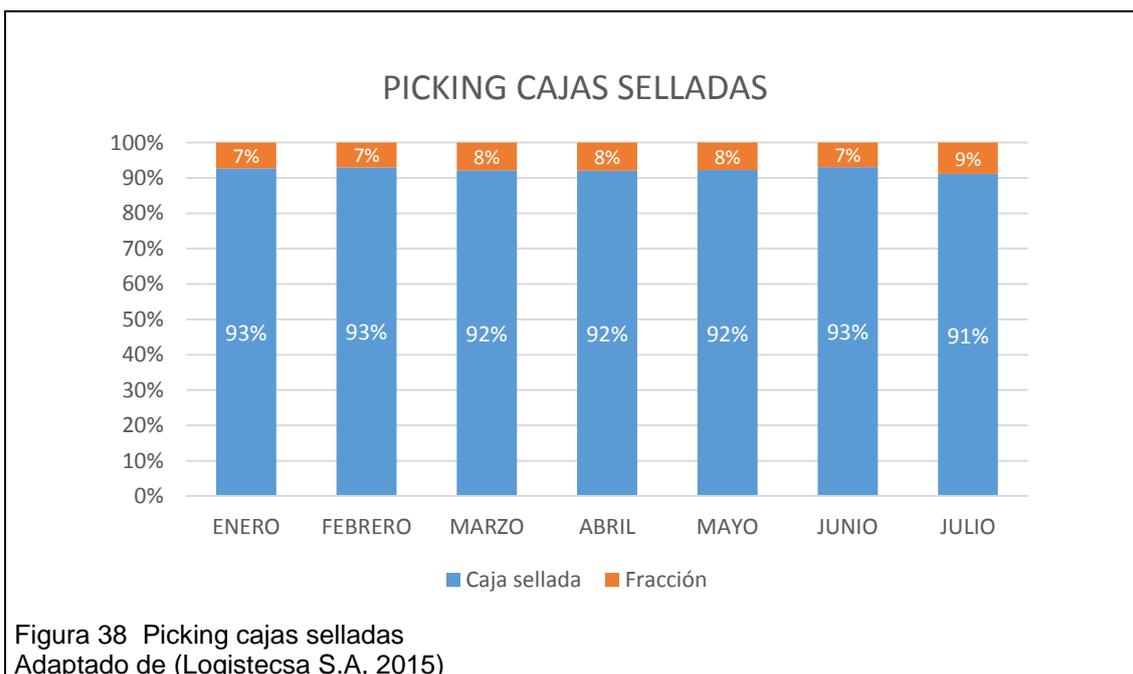
PICKING

Nro. Movimiento : EB 425 Fecha : 14/05/2015 15:12:00
 Cliente : FACTURA 21567 EMPROMED Documento: EB # 425
 Dirección: _____

	SKU	Descripción	Cantidad		T. Und.	Ubicación	Lote	Fecha Vencim.	Marcación
			Pedida	Despachada					
1	120026	Ceftazidima 1 g	30	30	PIEZA	28.3.1	c140137	01/10/2017	PVP
			TOTAL DESPACHADO:						
				30					
2	120031	Ceftriaxona 1 g	50	50	PIEZA	28.3.2	C140171	30/11/2017	PVPN
			TOTAL DESPACHADO:						
				50					
3	140046	Ampicilina 500 mg	50	50	PIEZA	28.1.1	B150030	30/03/2017	PVPN
			TOTAL DESPACHADO:						
				50					
4	140091	Penicilina G Sódica 5.000.000 U.I.	50	50	PIEZA	28.9.2	B140156	30/10/2017	PVPN
			TOTAL DESPACHADO:						
				50					

Figura 37 Picking List – Logistecsa
 Adaptado de (Logistecsa S.A, 2015)

Cómo se mencionó anteriormente gran parte de la complejidad de picking se presenta por la recolección de ítems y no de cajas enteras es por eso que se lleva un indicador sobre el manejo de Listados de picking con ítems o solamente cajas.



Durante lo que va del año 2015 el listado de picking con fracción representa el 8% del total de pedidos, lo cual presenta complicaciones en el manejo de inventarios e identificación de cajas con fracción, esta actividad representa un proceso extra dentro de la bodega.

La información de las cantidades en fracción deben ser exactas por los posibles descuadres.

2.2.2.1 Puntos de enfoque

- Los puntos de enfoque en la Recolección de los materiales serán: la reducción de tiempo (Validación) y el incremento de la confiabilidad en la recolección de mercancía durante el picking.
- En el proceso de validación: Durante el análisis se considera un reproceso y en el Capítulo 0 se presentará la manera de optimizarlo con la implementación del nuevo sistema.
- Asegurar el cumplimiento de las restricciones del sistema, tomar material de los racks y cumplir con las posiciones que menciona el picking list.

3. DISEÑO Y EVALUACIÓN

3.1 Estrategia de solución

El objetivo del proyecto es diseñar un sistema RFID dentro de las bodegas de Logistecsa el cual permita controlar los inventarios, ingresos, salidas y movimientos de mercancías entro de las instalaciones y que funcione conjuntamente con los sistemas actuales WMS.

El sistema de identificación permitirá almacenar información como: Lote, fechas de caducidad, código del material así como la ubicación e información adicional que se desee colocar. De esta manera mantener la información en línea y de manera automática disminuyendo la posibilidad de incurrir en el error humano, factor que hasta el momento representa el mayor porcentaje de causas de rechazos.

El análisis de implementación de la tecnología RFID iniciará con el estudio de factibilidad técnica en las bodegas de Logistecsa Quito, para lo cual se realizará una validación de las actividades que serán sujetas a cambio posterior a la implantación. El análisis de las actividades se lo realizará en función a los procedimientos y al levantamiento de información durante el análisis a los procesos, esto con el objetivo de evaluar puntos fuertes del proceso y puntos con oportunidad de mejora que serán afectados con la tecnología RFID.

Características del diseño:

- Lectura/Escritura de las cajas que ingresan y salen a la bodega
- Lectura/Escritura de las cajas apiladas en los racks
- Identificar de manera individual cada una de las cajas y activos en las instalaciones.
- Garantizar la lectura de los tags en cada sección de la bodega.
- Creación y modificación de los sistemas actuales (WMS) de esta manera que trabajen en paralelo.

- Implementar portales de lectura a la salida de la mercancía.

Para la elaboración del sistema RFID y las propuestas de mejora se contó con la asesoría y soporte de Sismode compañía que mantiene en sus líneas de negocio la implementación de proyectos relacionados a RFID. Gracias a ser una empresa consolidada en el mercado, representantes de Sismode formaron parte del análisis de situación inicial, definición de limitaciones, equipos funcionales y establecimiento de opciones de mejora en base a los diferentes recursos tecnológicos disponibles.

Cabe mencionar que las necesidades fueron previamente validadas con los responsables de los procesos para de esta manera poder proseguir con la designación de equipos RFID. Una vez establecido la funcionalidad del sistema de identificación se realiza un análisis financiero, en el que se considere todos aspectos de mejora y reducción de costos debido al uso de sistemas RFID.

3.2 Necesidades para el control de Inventario.

Las necesidades de control de inventario se las definió acorde al levantamiento de información presentado en el Capítulo 2 sección 1.1 Problemática de bodegas.

A partir de este análisis se puede establecer las necesidades en el manejo de control de inventarios, cada uno de los puntos identificado será discutido a continuación con las propuestas de mejora. Los principales puntos a ser tomados en cuenta son los siguientes:

- Reducción de errores operativos asociados a la manipulación en proceso de picking.
- Cumplir procedimientos para evitar tener descuadres en inventarios por malas prácticas del personal.

- Reducción de actividades no generadoras de valor que repercuten en el buen manejo e identificación dentro de las bodegas.

3.3 Requerimientos del sistema

El sistema debe ser apto para la utilización en las instalaciones de Logistecsa, por este motivo es fundamental la determinación de: El tipo de Lector RFID y la correcta ubicación, la ubicación correcta de las etiquetas en cajas, además de las características técnicas mencionadas en el Capítulo 1, sección 1.3.

Al definir la selección de equipos se debe considerar los siguientes criterios como son:

- Frecuencia de operación
- Rango de lectura/escritura: Distancias estimadas requeridas para la lectura de las etiquetas.
- Tipo de etiqueta: Pasiva que se caracteriza por el bajo costo, distancia de operación y manejo de información no tan elevado o etiquetas Activas con un costo más elevado y características superiores.
- Protocolos de aire
- Tipo de antena de lector
- Polarización
- Comunicación

3.4 Planteamiento de soluciones

Se presenta las opciones de solución con el sistema RFID de manera integrada al sistema actual y que permita conocer específicamente la ubicación de las cajas dentro de las bodegas, así como los movimientos que se realicen. Se inicia con la selección de las etiquetas, ubicación de las etiquetas y medios de lectura, lectores fijos como portales y lectores portátiles o de montacargas.

En cada una de las soluciones se evaluará el impacto en las operaciones y en los puntos críticos identificados previamente en el Capítulo 2 y validar la

viabilidad de cada una de las opciones y lograr definir la solución con mayores rendimientos económicos.

3.4.1 Solución número 1

A continuación se presenta la propuesta que busca integrar el sistema de Radiofrecuencias (RFID) al sistema WMS, sistema con el cual se encuentra trabajando actualmente Logistecsa. La propuesta iniciara con la selección de etiquetas, posición, método de Escribir y recolectar la información. Posteriormente se presentará el método de mantener el registro de las entradas, salidas y resto de movimientos, dentro de la bodega y lograr conocer en tiempo real los movimientos de mercadería.

La propuesta #1 consiste en cinco puntos que serán detallados a continuación.

- Identificar cada uno de los pallets con una etiqueta RFID en la que se almacene toda la información del material contenido (Código, descripción, cajas, fechas etc.).
- Identificar cada posición de los Racks, con tags que permitan registrar automáticamente si un material es colocado en esa posición.
- Registrar toda clase de movimientos mediante lectores RFID móviles (HandHeld - Montacargas) o Fijos.
- Mantener los equipos conectados a una base de datos que permitan la visualización instantánea de los movimientos realizados.
- Implementar Sistema de Picking list (Paper less) que permite la recolección de mercancía con un sistema validador para la reducción de errores.

Esta propuesta está destinada para mejorar la trazabilidad y manejo de inventarios, tanto de pallets enteros como parciales, en estos se contará con impresoras móviles que permitan imprimir una nueva etiqueta RFID y colocar en el pallet con la información actualizada y posteriormente ser leída por los montacargas con las antenas y lectores incorporados, de esta manera al colocar

el pallet en una posición del rack, grabará la información de la ubicación y de las cantidades.

El Picking List será comunicado automáticamente (*Sistema Paperless*) a través de la interfaz de los lectores móviles (HandHeld) con el cual se tendrá beneficios como:

- Recolección ordenada por ruta más corta, sin necesidad de registros físicos como su nombre lo menciona
- Cuenta con sistema validador de “Posición correcta” es decir verifica que la codificación del Rack sea la misma a la indicada en el Picking List, caso contrario no permite realizar la transacción en el sistema.

La bodega contará con cobertura de Red Inalámbrica (WIFI) como requerimiento para la transferencia de la información entre los equipos móviles y fijos con el software de des-criptación de la información y además se comunique con el WMS.

3.4.1.1 Selección de etiquetas

Como se mencionó previamente se iniciará con la selección de etiquetas para pallets debido a su importancia, ya que la definición del resto de equipos depende del tipo de etiqueta que se quiera utilizar. Otro punto que tiene influencia en la selección de equipos es la posición donde se va a colocar el tag o etiqueta RFID.

Durante el análisis de solución #1 se considera un sistema RFID en el que se identifique únicamente en PALLET que sea almacenado. Como se mencionó previamente un pallet tiene una media de 40 cajas lo cual implicaría colocar una etiqueta RFID por cada caja.

Al realizar la selección de etiquetas Pasivas / Activas se debe considerar el costo/beneficio de las etiquetas, si bien las etiquetas activas permiten un mayor rango de comunicación con los lectores, su costo y volumen las hacen no viables. Por este motivo las etiquetas más idóneas para el trabajo son etiquetas pasivas considerando aspectos importantes como:

- Distancia de lectura o comunicación con el lector
- Tipo de adhesión respecto al material en el que se serán utilizados
- Tiempo de escritura

Este sistema, como la mayoría utilizado en procesos de logística trabajará en banda de frecuencia UHF (865 – 868 MHz), como se observa en la Tabla 3. Esta banda es la que mejores características tiene para aplicaciones de trazabilidad, este sistema funciona mediante propagación de ondas electromagnéticas.

Esta etiqueta deberá ser capaz de almacenar la información necesaria que se especifica en el capítulo 2 la cual consiste en identificar cada uno de los pallets con una etiqueta RFID que tenga la información del contenido completo, es decir si son 20 o 50 cajas en una sola etiqueta, que debe ser reemplazada en el momento en que se realiza un cambio en las cantidades es decir si se retira 10 cajas se tendrá que imprimir una etiqueta con la nueva cantidad del pallet.

El área donde se colocará las etiquetas es una variable que debe ser tomada en cuenta debido a la afectación a la propagación de la radiofrecuencia o la interferencia que se genera con ciertos materiales, en nuestro caso el acero de los racks.

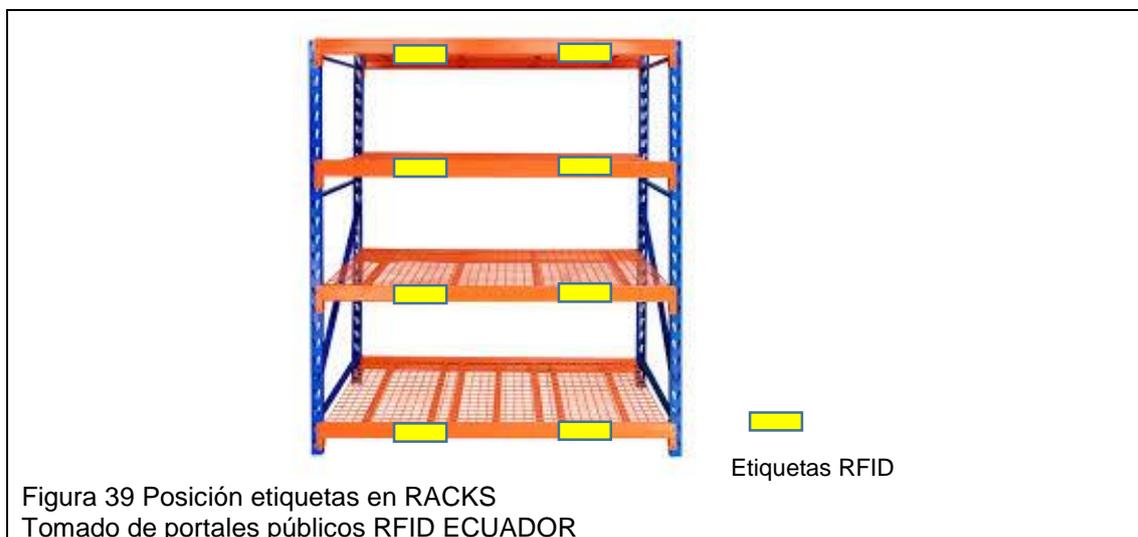
3.4.1.2 Posición etiquetas

La definición de la posición permitirá establecer el tipo de lector que más se adecue para el rack y los pallets.

Etiquetas en Racks:

Cada una de las posiciones de rack debe contar con una etiqueta RFID en la que esté almacenado la información de la posición del rack acorde al sistema descrito a continuación: XX YY ZZ

- XX: Identificación del Rack
- YY: Identificación de fila
- ZZ: Identificación de nivel



Debido a las condiciones de trabajo se debe tomar en consideración un tipo de material resistente a golpes y abrasión. Para esto se consideró varias opciones entre ellas las opciones presentadas por el proveedor Shenzhen xiang yu xing technology.

Además se debe considerar que debido al lugar en que se van a colocar las etiquetas, se debe seleccionar un tag especial que no genere interferencia con la comunicación y transferencia de datos para esto se considera como se comenta a continuación una tag tipo Anti Metal de tipo FR4 es un grado de epóxido de vidrio reforzado, con mayor resistencia a impactos.



Figura 40 Etiqueta tipo Anti metal
Tomado de (Technology)

Las características principales son las siguientes:

Tabla 8 Características Etiqueta Anti-Metal

Parámetros Físicos	
Nombre del producto	RFID UHF pasiva anti-metal para bodegas
Material	FR4
Dimensiones	100x11x3.2mm
Modo de sujeción	Adhesivo (3M adhesive glue)
Tipo	Pasiva
Parámetros Chip	
Protocolo	EPC Global Class1 Gen2 ISO 18000-6C
Frecuencia operacional	Global 860-960MHZ
Tipo de Chip	Alien higgs3
Memoria :	EPC 96-480 bit; User 512 bit; TID 64 bit
Lectura y escritura	>100,000 Veces
Tiempo del almacenamiento	10 Años
Distancia de lectura	1.5-3m
Temperatura de trabajo	-20°C - 120°C
Temperatura de almacenamiento	-25°C - 120°C

Tomado de (Technology)

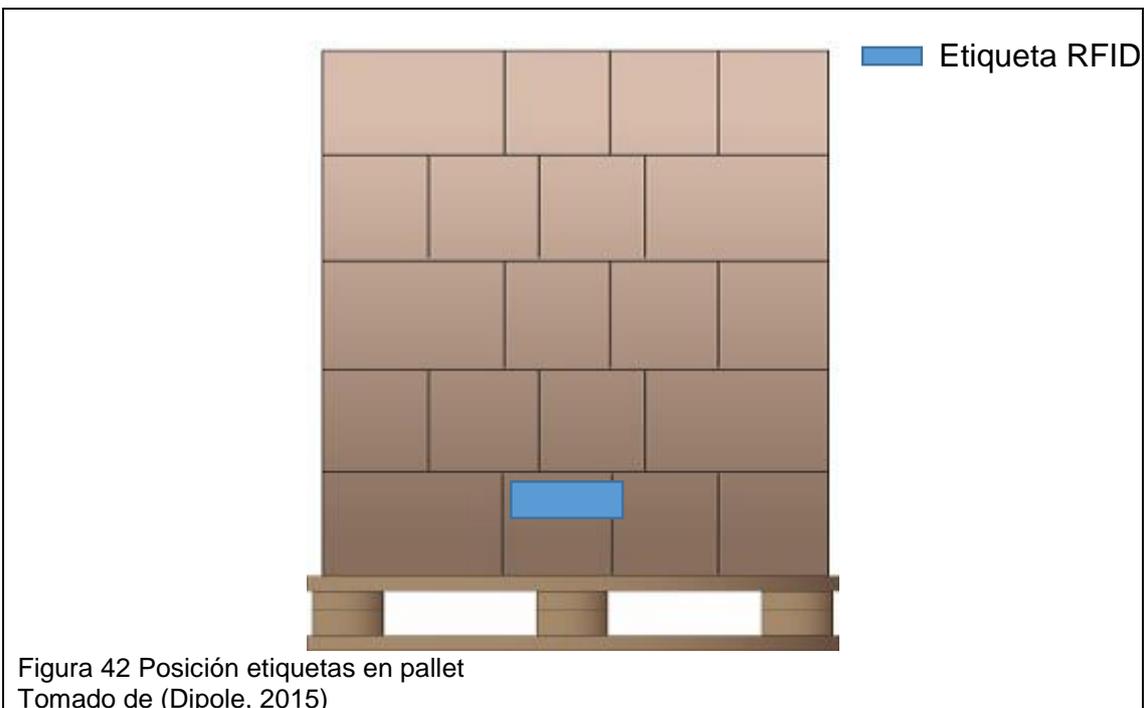
Además se tiene otro tipo de etiqueta con las mismas características funcionales es la etiqueta ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno) con variaciones en su recubrimiento que es un plástico resistente al impacto, con usos industriales y domésticos este tipo de plástico es conocido como plástico de ingeniería debido a su complejidad en su elaboración. Como se ve en la figura a continuación posee las mismas dimensiones y las mismas características de la etiqueta de material FR-4.



Etiquetas en pallets

En este caso las etiquetas serán colocadas en los pallets y este procedimiento no toma mayor complicación en su realización, a pesar de ello se debe evaluar sobre el material que será colocado ya que como se comenta previamente la señal de las etiquetas RFID se puede ver afectada.

En las instalaciones de Logistecsa las etiquetas serán colocadas sobre los cartones, ya que este tipo de materiales no presenta problemas de interferencia con lectura además de no presentar problemas de adhesión y de remoción.



Las etiquetas que se pueden utilizar para la identificación, de acuerdo al proveedor son las descritas a continuación que cumplen con los requerimientos técnicos y son adecuadas para la superficie con la que se va a trabajar, que es carton en su gran mayoría.

Un estudio de la universidad de Rutgers puede servir de guía para conocer un poco mas a detalle para la selección de etiquetas, durante el análisis se considero 100 etiquetas y se evaluo parametros como distancia de lectura, fabricante, adhesión sobre diversas superficies. El análisis fue patrocinado por Motorola bajo condiciones imparciales.

De acuerdo a las recomendaciones obtenidas en el documento se procedio a seleccionar etiquetas con chip Alien Higgs3



Figura 43 Etiqueta RFID vista frontal
Tomado de (Technology,s.f)



Figura 44 Etiqueta RFID Vista Posterior
Tomado de (Technology,s.f)

Las principales características de las etiquetas estandar son los presentados a continuación.

Tabla 9 Especificaciones etiqueta adhesiva regular

Parámetros Físicos	
Nombre del producto	RFID UHF " Etiqueta Pasiva anti-metal para bodegas
Material	200g Coated paper
Dimensiones	85*54mm
Modo de sujeción	Adhesivo
Tipo	Pasiva
Parámetros Chip	
Protocolo	EPC Global Class1 Gen2 ISO 18000-6C
Frecuencia operacional	Global 860-960MHZ
Tipo de Chip	Alien higgs3
Memoria :	EPC 96-480 bit; User 512 bit; TID 64 bit
Lectura y escritura	>100,000 Veces
Tiempo del almacenamiento	10 Años
Distancia de lectura	4-6m
Temperatura de trabajo	-35°C - 75°C
Temperatura de almacenamiento	-40°C - 85°C

Tomado de (Technology,s.f)

Las etiquetas serán etiquetas Pasivas Clase1 GEN2, ya que brindan el mayor grado de compatibilidad con los equipos. Su rango de lectura se encuentra entre los 4 y los 6 metros de distancia. Existen varias empresas fabricantes de chips, se selecciono Alien Higgs3 debido a la relacion costo/beneficio. Estas etiquetas se las conoce como un sistema Far field es decir campo lejano.

3.4.1.3 Comunicación sistema RFID

Como parte del sistema RFID la infraestructura necesaria para poder cumplir con los requerimientos del sistema es necesario los siguientes equipos que deben ser compatibles con las etiquetas: De acuerdo a las recomendaciones del proveedor Sismode, se puede utilizar los siguientes equipos para la lectura y escritura de información.

Tabla 10 Equipos Sistema RFID Solución #1

Material	Descripción
Lector RFID Móvil	MC-3190Z
Impresora etiquetas RFID	ZT410
Antenas RFID	AN-480
Lector Móvil para montacargas	VH10 VEHICLE-MOUNTED COMPUTER
Instalación de RED Inalámbrica	6532 ANTENA

Los dispositivos a ser utilizados son del fabricante Zebra la cual desde mediados del año 2014 realizo la compra de la división Motorola Solutions (Zebra, 2015).

- Lector RFID Movil, Zebra MC3190-Z: Trabaja con la plataforma Global EPC GEN 2 Clase 1 posee sistema de protección IP54 contra polvo y agua (Pulverizada), lo hace perfecta para el manejo dentro de las bodegas, cuenta con sistema patentado de lectura no lineal, es decir requiere que se dirija el Handheld directamente sobre la etiqueta para que sea capturada la información, ver Figura 45.



Figura 45 HandHeld Lector movil MC3190 – Z
Tomado de: (ZEBRA, 2015)

- Antena RFID Zebra AN480: Esta antena permite trabajar de tanto como solamente receptor o solamnte transmisor o puede trabajar en los modos al mismo tiempo biestaticamente. Esta antena puede estar ubicada en paredes, porticos o cualquier lugar de las instalaciones donde se queira registrar losmovimientos. Ver *Figura 46 Antena RFID – AN480*.
- Lector de montacarga, Zebra VH10: Cuenta con pantalla táctil de 8 pulgadas a color, con resistencia IP66 a polvo y a contacto directo con

agua (fuertes chorros) especial para el uso en exteriores, compatibles con sistemas para voice picking, además de incluir sensores como acelerómetro, temperatura y arranque, ver Figura 47.

Este sistema de lectura Móvil con el Montacargas es de suma importancia para mantener una correcta trazabilidad, como se explicará a continuación el conocer en tiempo real la ubicación de un pallet permite mantener los inventarios en línea.



Figura 46 Antena RFID – AN480
Tomado de (ZEBRA, 2015)



Figura 47 Lector de Montacargas ZEBRA VH10
Tomado de (ZEBRA, 2015)

3.4.1.4 Situación Futura del proceso.

Una vez seleccionados los equipos que cumplen con requisitos del sistema se debe evaluar el impacto a los problemas mencionados en el Capítulo 2 Sección 1.1 Problemática dentro de las bodegas.

PROCESO DE RECEPCIÓN

El proceso de recepción se ve afectado al realizar el ingreso de la mercancía al sistema WMS ya que ahora se lo realizará parcialmente, cada pallet que sea ubicado en RACK deberá estar en el sistema. Además se elimina registros físicos que influían en el número de reprocesos (No legible, ubicación y cantidades erróneas, etc). Ver *Figura 48 Flujo proceso Recepción Propuesta #1*.

El etiquetado RFID se lo realizará posterior al ingreso en los sistemas WMS, consecutivamente se lo podrá ubicar en las posiciones del RACK, el registro de la ubicación será automático sin necesidad de llevar un registro físico como se muestra en la Figura 16 Formulario recepción y ubicación del producto ya que el sistema mantendrá la información disponible desde el primer momento en que el pallet es movido dentro de las instalaciones.

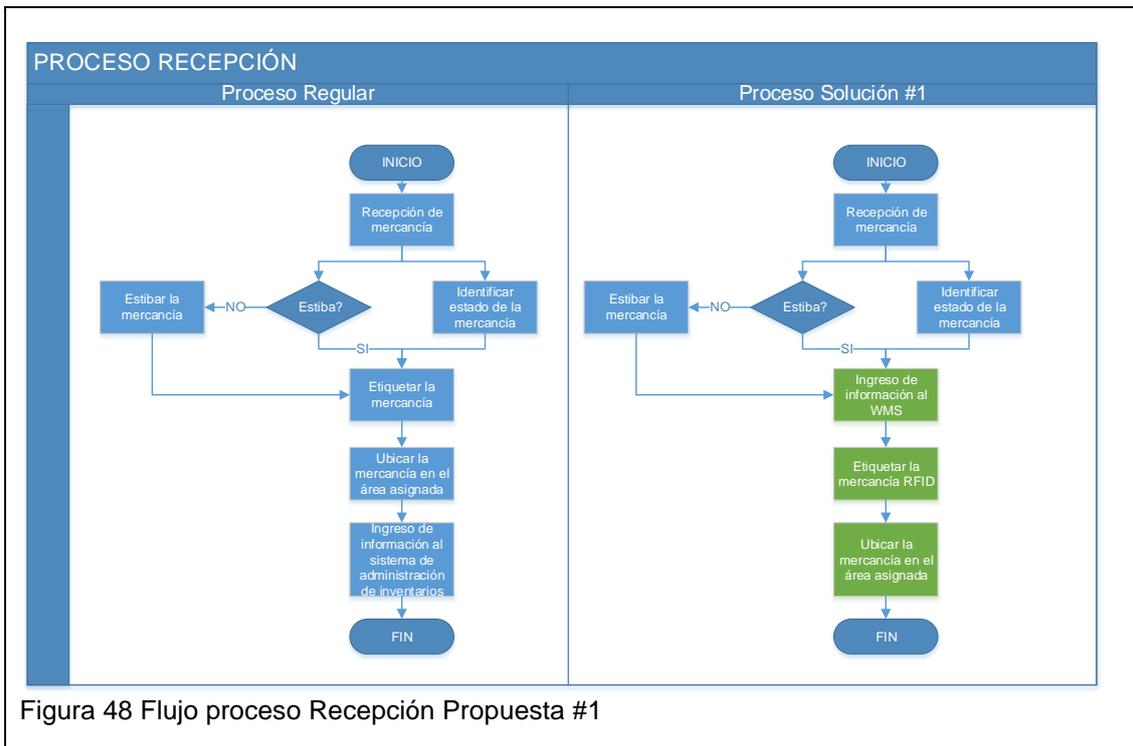
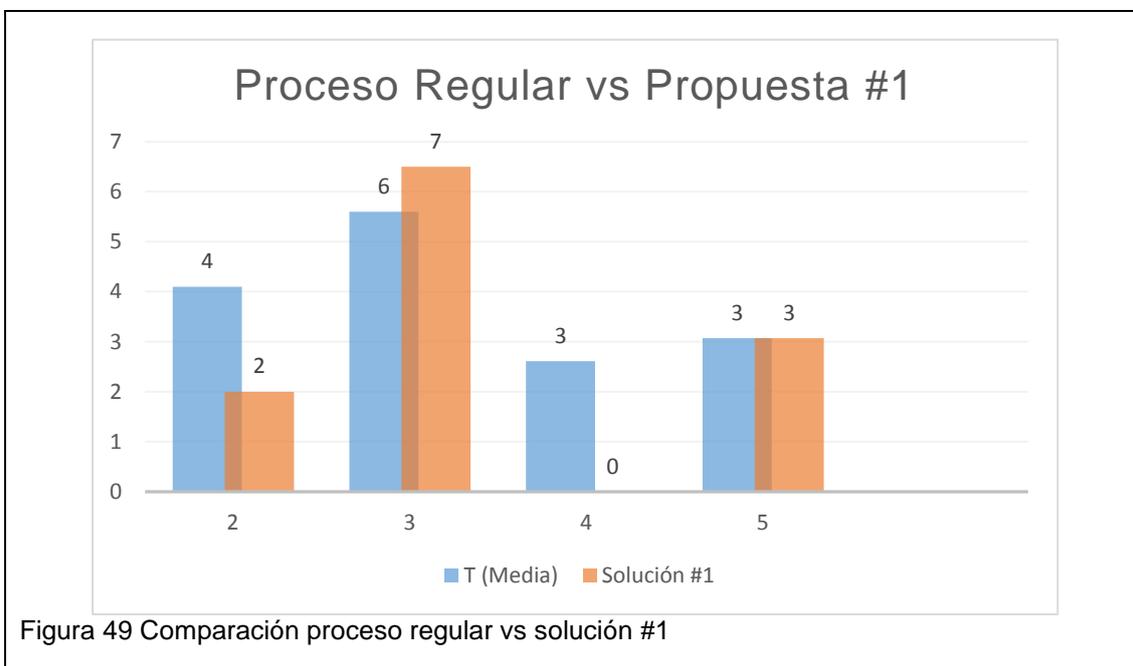


Tabla 11 Tiempos de recepción propuesta #1

Elemento	Media (Min) Regular	Solución #1
1. Identificación estado de la mercancía (Conteo y validación de cantidades)	14.67	14.67
2. Ingreso de la información al sistema de administración de inventarios	4.1	2
3. Etiquetar la mercancía	5.6	6.5
4. Notificación por parte del ayudante de bodegas la posición de colocación del pallets	2.61	0
5. Ubicar la mercancía en el área asignada	3.07	3.07
	30.05	26.24

De acuerdo al comparativo de la *Tabla 7* vs *Tabla 11* se observa la eliminación de la actividad 4. Notificación de la ubicación disponible para Pallet y una mejora en el tiempo empleado en el registro de la información al sistema. En total se observa un ahorro del 13% del tiempo global.



Beneficios

- Reducción en tiempo de visualización de la mercadería en los sistemas. (Tiempo previo a implementación - 24 a 48 Horas).
- Reducción de registros Físicos o toma manual de información al 100%, se migra al registro electrónico directamente.
- Optimización de tiempo y movimientos al ubicar la mercancía en el área asignada. Ver *Figura 49 Comparación proceso regular vs solución #1* se elimina el tiempo utilizado en la actividad número 4, se obtiene una mejora estimada del 15% en tiempo total de la actividad.
- Se reduce al 50% del tiempo en la Actividad 2 - Ingreso de información a los sistemas. Ver *Figura 49 Comparación proceso regular vs solución #1*
- Trazabilidad confiable ubicación de mercancía en Racks, reducción de errores esperada en 80%
- Visualización automática en el sistema WMS, de la mercancía etiquetada durante la recepción.
- Control de inventarios en línea desde la recepción de mercancía mediante lectura de movimientos de etiquetas RFID.

Desventajas

- No se conocerá a detalle la cantidad de cajas en cada Pallet, ya que la identificación o tag RFID se lo colocará únicamente por pallet.
- Se necesita de correcta calibración de los lectores de montacargas para evitar lecturas de pallets que no requieren ser leídos.

PROCESO DE PICKING

El proceso de picking es el más afectado con el sistema RFID, como se puede observar a continuación en la

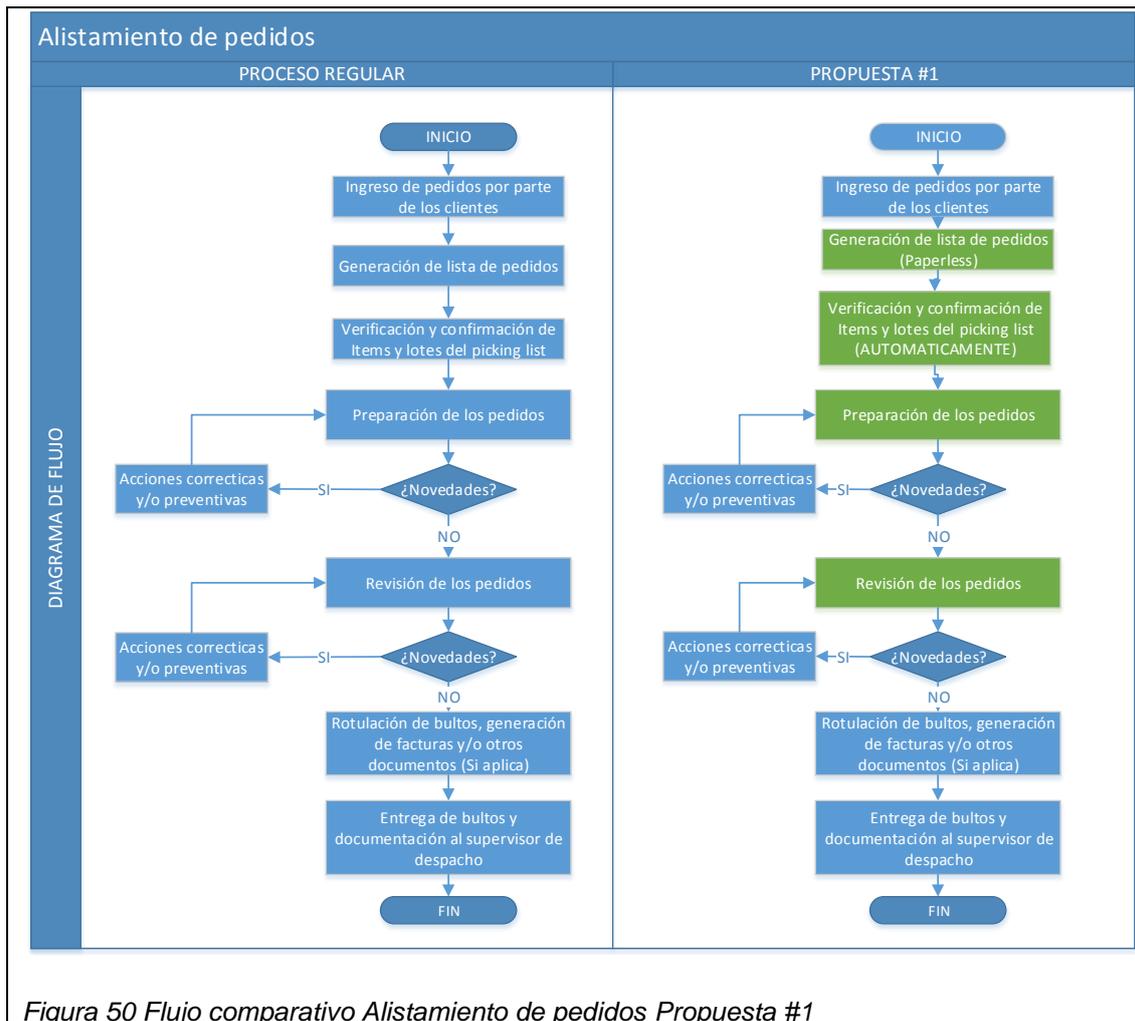
Figura 50 Flujo comparativo Alistamiento de pedidos Propuesta #1, ya que las actividades de Logistecsa están centralizadas en el alistamiento de pedidos.

El proceso de Alistamiento de pedidos es afectado a partir de que una solicitud del cliente es creada o recibida, esta información se cargará en el sistema WMS para que las cantidades y lotes requeridos por el cliente se encuentren disponibles, esta validación se la realizará automáticamente. En caso de encontrar inconsistencias con la solicitud del cliente se le informará.

Una vez que la solicitud es validada se generará una orden de Alistamiento que deberá ser gestionada desde los equipos móviles RFID, sin necesidad de generar registros físicos. Este sistema es conocido como "Paperless" debido a que no utiliza material impreso o registro físico para realizar las actividades, en el caso de Logistecs a los ayudante de bodega tendrán en su poder Handheld's o lectores móviles, con la que podrán visualizar y gestionar el pedido.

El siguiente proceso influenciado es la preparación de los pedidos en este proceso se tiene las siguientes modificaciones principales:

- Adicional a los beneficios de trazabilidad que permite tener el sistema RFID como es la identificación de los pallets se puede trabajar conjuntamente con el software RFID para atar el picking list del WMS a las posiciones exactas de donde debe ser tomado el, es decir el sistema incluirá validadores de posición, solamente cuando se tome el pallet de la posición indicada en el HandHeld se podrá realizar el descargo del ítem en el sistema.



- La secuencia de recolección se lo realizará en el orden mencionado por el lector móvil o Handheld.
- Se validará de igual manera que el ítem que se está tomando sea el correcto caso contrario realizará de igual manera el bloque en los sistemas.
- Para lograr identificar la ubicación de la mercancía automáticamente, se lo consigue a través de la identificación de las posiciones de cada uno de los racks ya que esta información será captada por las antenas de cada uno de los montacargas encargados de realizar el almacenaje de los pallets. La etiqueta de los pallets quedara atada con la etiqueta de posición colocada en el rack de esta manera se asegura automáticamente el sistema sobre que mercancía se encuentra en esa posición.

- Los lectores RFID captarán la información de los tags, y posteriormente deben realizar la actualización de la cantidades, es decir realizar la re-impresión de las etiquetas, con las nuevas cantidades contenidas en el Pallet. Y se desechará la anterior etiqueta colocada.

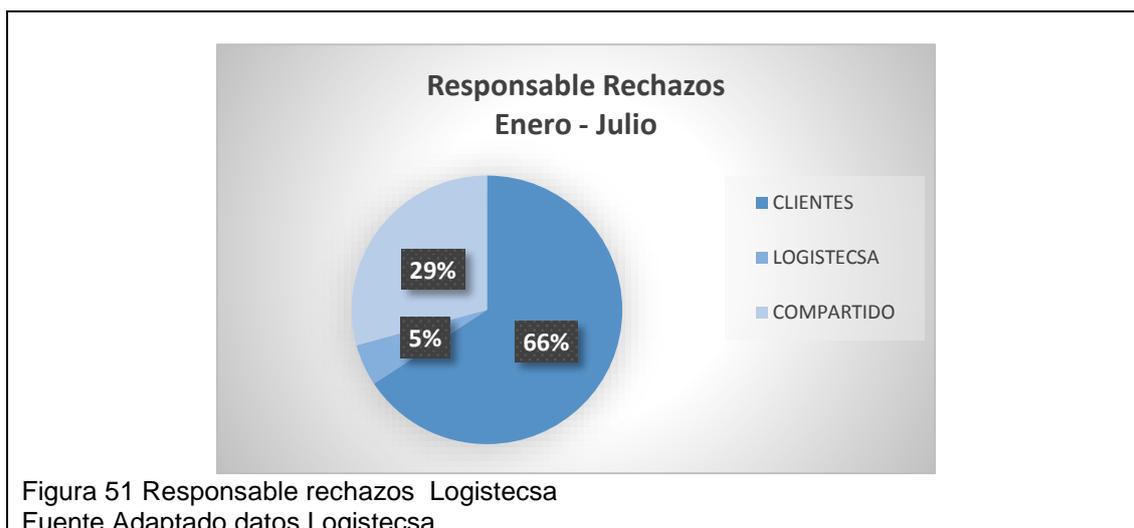
El total de rechazos o errores representan económicamente un total de \$12.000 como lo podemos ver a continuación en las *Figura 51 Responsable rechazos Logistecsa* y *Figura 52 Costos por rechazos* de los cuales con el proyecto se verán afectados 3 errores principales los cuales generan costos asociados con re-trabajos y costos por reposición. Ver *Tabla 12 Errores relacionados a Picking*.

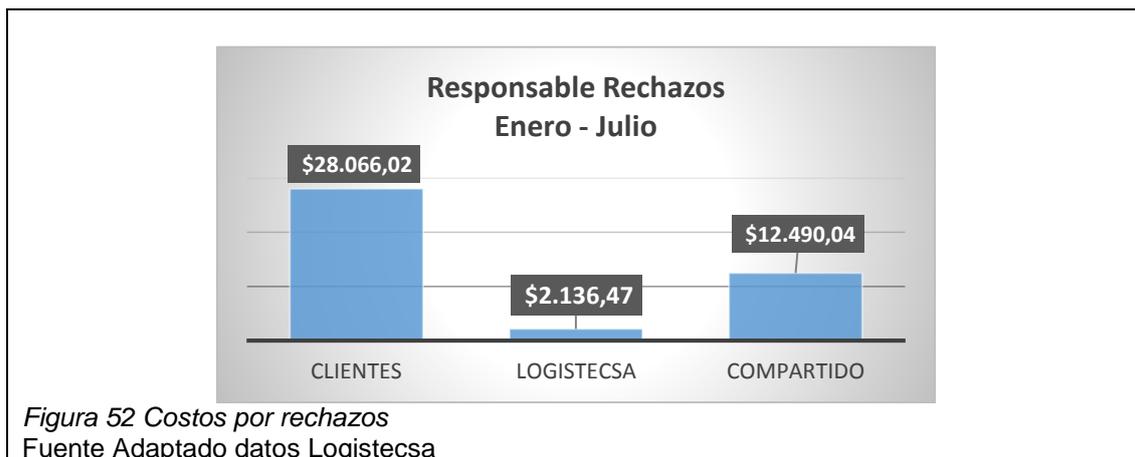
Tabla 12 Errores relacionados a Picking

Descripción	# Errores
Entrega de producto en mal estado	18
Error de código	20
Faltante	34

Tomado de (Logistecsa, 2015, pág. 19)

Del costo total \$6.000 se deben estos problemas por esta razón se espera mejorar un 60% con las modificaciones y automatizaciones del proceso.





Beneficios

- Reducción 60% de errores por picking de posiciones no correspondientes y órdenes incompletas.
- Permite validar la posición e ítem correcto antes de poder realizar el descargo del sistema. Disminución de reclamos por distribución de ítem incorrecto.
- Visualización de Inventarios en línea, en caso que un pallet trasladado de su posición, se lo registra automáticamente.
- Optimización en tiempo y movimientos al realizar el picking, mejora esperada de 10%
- Reducción de tiempo en toma de Inventarios Cíclicos (40%) e Inventario General de las Bodegas.
- Incremento de procesamiento de pedidos por hora, mejora en nivel de servicio.
- Reducción de errores atados a distribución de códigos incorrectos y reprocesos atados al picking erróneo.

Desventajas

- Actualización de información en etiquetas RFID se debe llevar a cabo de forma manual, dependencia del seguimiento correcto del procedimiento de re-etiquetado RFID.

- Probabilidad de error humano en el registro de cantidades en el re-etiquetado de Pallets.
- Manejo de Ítem debe ser procesado manualmente bajo sistema regular de identificación.

VALIDACIÓN

El proceso de validación no se ve afectado en gran parte debido a que la identificación se la realiza por Pallet y la verificación se la debe seguir realizando de la misma manera. De todas maneras sus actividades se ven reducidos en resultado a la disminución de errores acarreados anteriormente como por ejemplo: toma incorrecta de código, lote incorrecto u órdenes de picking incompletas ya que en el Handheld se registrará las órdenes completas e incompletas.

Beneficios

- Se reduce reprocesos en validación debido a errores acarreados del proceso de picking con error de códigos.
- Reducción de tiempo en descargo del sistema integración con sistema Paper less, cada picking list atado a una factura.

Desventajas

- Es necesario realizar validación del material, debido a que las etiquetas son colocadas únicamente en el pallets y no se puede registrar el movimiento de cajas.

3.4.2 Propuesta de solución 2

Previo a la presentación de esta solución se debe recalcar que es un complemento a la solución número 1 y se encuentra enfocada en robustecer el sistema propuesto anteriormente, mediante mejoras en el sistema de trazabilidad

y comunicación con los sistemas actuales WMS. Esta variación busca mantener una mayor fiabilidad de la información y los inventarios en línea.

Los puntos principales de esta solución #2 son los siguientes.

1. Considerar los puntos mencionados en la sección 3.4.1 Solución número 1
2. Identificar cada uno de las cajas con una etiqueta RFID con la información de cantidad de ítems contenidos.
3. Implementar portales de lectura RFID, que permitan registrar los movimientos de los pallets con las etiquetas estibadas en él.
4. El sistema se lo extenderá hasta el proceso de despacho, con el objetivo de poder llevar la trazabilidad a detalle con el sistema RFID sobre los productos que salen de las instalaciones.

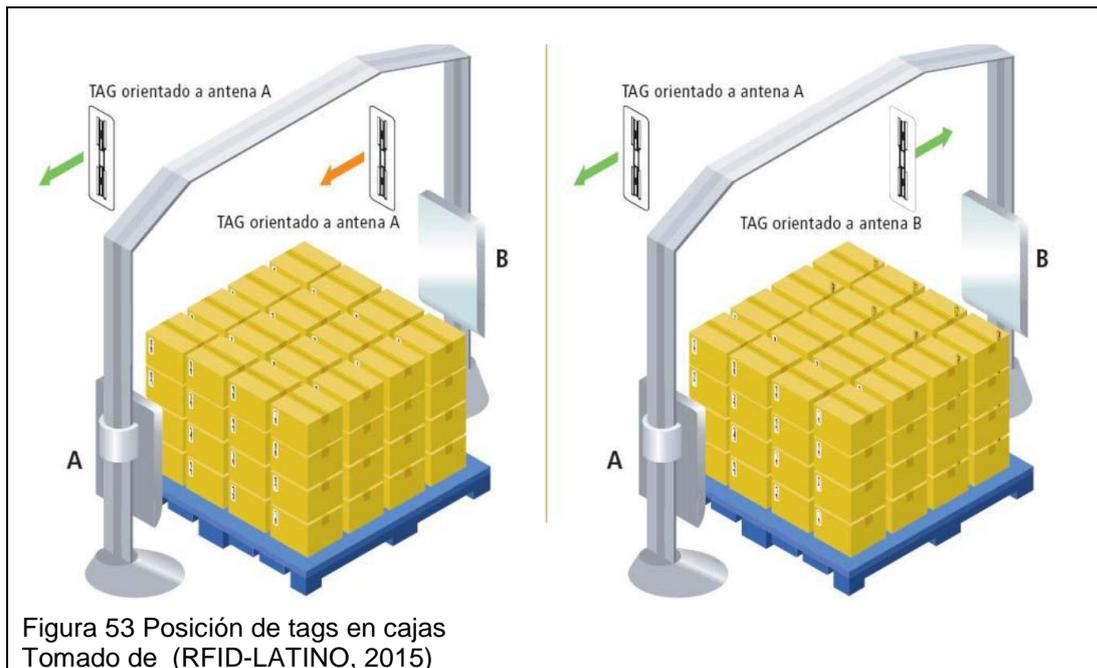
La variante principal de este proyecto como se lo menciona previamente es la identificación de cada una de las cajas que ingresan a la bodega, esta variación trae muchos beneficios al sistema de gestión de inventarios, los cuales los trataremos a más detalle a continuación.

3.4.2.1 Posición de etiquetas

Etiquetas en Pallets

Las etiquetas a ser utilizadas son las mismas que se definieron en el sección 3.4.1.1 lo que se debe considerar es la posición en cada una de las cajas ya que se deberá tener en cuenta que la lectura se la realizará mediante portales RFID y para facilitar el proceso de lectura se debe definir posiciones que faciliten la comunicación entre los tags y las antenas de los portales

Acorde como se muestra a continuación las etiquetas de preferencia deberán estar colocadas de forma paralela a las antenas para lograr una óptima lectura.



Como se observa en la Figura 53 Posición de tags en cajas a pesar de tener varias filas de material se recomienda colocarlos de manera paralela y optimizar el alcance de las antenas colocados en los portales. Se recomienda colocarlo en los costados del pallet pues ese será el punto más cercano a las antenas, a continuación veremos a detalle la comunicación de las etiquetas con los distintos lectores.

3.4.2.2 Comunicación del sistema RFID

La infraestructura definida previamente no sufrirá cambios simplemente se lo complementará con nuevos equipos que permitan realizar las nuevas actividades. El equipo principal que se incluirá en el sistema son los lectores fijos los cuales serán colocados tanto al ingreso como a la salida de la bodega.

Acorde a las recomendaciones del Proveedor SISMODE lo podemos realizar de dos maneras la colocación de los portales, se lo puede realizar mediante un desarrollo local, es decir fabricar una estructura similar a la que se muestra en la Figura 54 y colocar dos antenas en cada costado (o las que se requieran) o podemos realizar la compra de portales listos para su colocación, los cuales nos

brindan el mismo servicio pero tenemos la facilidad que no realizar ningún tipo de diseño o fabricación de estructuras.

En este caso debido al costo que puede generar la compra de un portal listo para su utilización se optó por la versión de desarrollo local.



Las antenas que se pueden utilizar en los portales pueden ser las mencionadas anteriormente, se debe considerar al menos 4 antenas por cada portal. Ver *Figura 46 Antena RFID – AN480*

3.4.2.3 Situación Futura del proceso.

De igual manera esta solución busca atacar los mismos problemas identificados en el Capítulo 2 Sección 1.1 Problemática dentro de las bodegas.

PROCESO DE RECEPCIÓN

Durante el proceso de Recepción las actividades y los flujos modificados se mantienen, debido a que las actividades se realizarán de la misma manera solamente se deberá hacer ajustes en tiempos debido al incremento de cajas que deben ser etiquetadas lo cual incrementa los tiempos de la actividad número 3 como se lo observa a continuación.

Tabla 13 Tiempos de recepción propuesta #2

Elemento	Media (Min) Regular	Solución #2
1. Identificación estado de la mercancía (Conteo y validación de cantidades)	14.67	14.67
2. Ingreso de la información al sistema de administración de inventarios	4.10	2.00
3. Etiquetar la mercancía	5.60	12.00
4. Notificación por parte del ayudante de bodegas la posición de colocación del pallets	2.61	0.00
5. Ubicar la mercancía en el área asignada	3.07	3.07
	30.05	31.74

Beneficios

- Se mantienen los beneficios comentados anteriormente salvo el tiempo registrado en la actividad #3 el cual se duplica debido al número de etiquetas que debe ser colocado.
- Se obtiene una mejora trazabilidad de las cajas que ingresan a la bodega lo que representa conocer a detalles las cantidad exacta contenido en un Pallet.
- Se logra obtener una doble validación de cantidades mediante los portales instalados ya que todos los pallets con cajas identificadas con etiquetas RFID deberán pasar a través de él.

Desventajas

- Como se observa en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** el tiempo ahorrado, por resto de procesos es compensado con el incremento del tiempo en el etiquetado de cada caja por este motivo se podría decir analíticamente el proceso no ha sufrido cambios.
- Es necesario que cada uno de los pallets pase por los portales ya que esta es la única manera en la que el sistema capta la información contenida en el Pallet.

PROCESO DE PICKING

Con la propuesta de identificación de cada una de las cajas permitirán realizar mejora en el proceso de picking con una afectación directa en el control y manejo de inventarios además de apoyar a la reducción de probabilidad de error humano en las operaciones lo cual representa alto porcentaje de rechazos o recolección incorrecta de materiales.

De igual manera el proceso de alistamiento de pedidos inicia a partir de que la orden es generada en el sistema la cual es validada automáticamente y en caso de no presentar ningún inconveniente de acuerdo al inventario se puede dar inicio al proceso.

El flujo de actividades se mantiene, como lo podemos ver en la Figura 50. La variación principal que se realiza es en la actividad de preparación de pedidos. Ya que se realizarán las siguientes variantes de actividades:

- Sistema de identificación cambia, de una sola etiqueta por pallet a la identificación unitaria por caja.
- Proceso de registro de la información, no se deberá realizar el reemplazo de las etiquetas y colocar una nueva con las cantidades actualizadas.
- Disminución del tiempo de registro, debido a que con la propuesta número 2 al remover material, solamente deber ser registrado por el lector móvil sin necesidad de imprimir nuevas etiquetas.

De acuerdo al estudio se espera mantener una mejora de un 20% en errores o rechazos en el acumulado del año adicional al ofertado en la propuesta número 1. Esto debido a la mejora en el manejo de ítems de menor escala, como son las cajas esto permitirá registrar directamente en los equipos el número de cajas recolectadas y se reducirá el riesgo de error operativo puesto que el sistema validará la cantidad exacta recolectada.

Beneficios

- Reducción del 80% en errores por toma de materiales incorrectos y cantidades incorrectas se considera este 20% a posibles errores por la manipulación de ítems.
- Precisión en los inventarios a menor escala, mejora en la confiabilidad de la información.
- Reducción de tiempo en actualización en sistemas no requieres re-impresión de etiquetas en posición donde se recoge material.
- Se espera reducción en tiempo en toma de inventarios cíclicos y un incremento en la confiabilidad.

Desventajas

- Se mantiene el problema identificado en el manejo de ítems, ya que este proceso no ha sido afectado con el proyecto RFID debido a que colocar una etiqueta por ítem no es viable debido a la relación costo/beneficio.
- El consumo de estas etiquetas es sumamente elevado se incrementa de un promedio de 2300 etiquetas por mes que es la cantidad de pallet que ingresa a un promedio de 75000 cajas que ingresan en Logistecsa.

VALIDACIÓN

El proceso de validación del material es uno de los puntos fuertes al realizar la comparación con la solución número 1, ya que al poseer portales de lectura y mantener la totalidad de las cajas identificadas la validación se reduce a cajas que contengan parciales como se lo mencionó previamente representan una media del 8% de los pedidos lo que quiere decir que el proceso de validación puede ser reducido en al menos 70% del tiempo global.

Estos pallets llegaran al área de despacho y deberán pasar por uno de los portales de manera que la información quede registrada en los sistemas.

Beneficios

- Reducción en aproximadamente al 70% de la actividad de validación de cantidades previo al despacho.
- Tiempo para el descargo del sistema, parcialmente automático ya que se debe considerar las cantidades que se encuentran registradas como saldos el resto de producto se lo podría realizar automáticamente.
- Reducción de errores por faltantes o códigos incorrectos, se cuenta con un sistema mucho más robusto que permita minimizar la cantidad de errores.

Desventajas

- Manejo por Ítems, es una de las fuentes con mayor probabilidad de error después de realizar la implementación del sistema RFID

INVENTARIOS

El proceso de inventarios tiene un cambio mucho más significativo ya que se deberá solamente registrar las cantidades por pallet a través de un lector móvil el cual capta la información almacenada en su totalidad.

En inventarios cíclicos, la reducción del tiempo estimado es del 70% ya que la lectura de un pallets se la puede realizar sin necesidad de tener línea de visión directa, el resto del porcentaje se lo considera por el tiempo empleado en realizar validaciones con artículos con ítems sueltos o parciales.

En inventario General se reduce un tiempo estimado de 50% ya que por seguridad se podría realizar la primera validación con los equipos RFID y la segunda validación manualmente, cabe mencionar que esta actividad a pesar de ser de mucha importancia, económicamente no tiene una repercusión elevada puesto que se lo realiza anualmente en la mayoría de los clientes.

4. ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

Una vez presentado el estudio de factibilidad técnico para la implementación del sistema de Radiofrecuencia se debe considerar las implicaciones económicas de cada uno de los escenarios y de esta manera poder tener otro punto de referencia al tomar una decisión sobre la propuesta ganadora.

A continuación se realizará el análisis económico de cada propuesta considerando la inversión y ganancias o ahorros generados por la implementación.

4.1 Inversión inicial

Para poner en marcha el proyecto es necesaria una inversión inicial para cada una de las propuestas, la solución número 1 requiere una inversión inicial total de USD 55,950.00 y en la solución número dos una inversión inicial total de USD72,550.00

Tabla 14 Inversión Inicial

MATERIAL	SOLUCIÓN #1	SOLUCIÓN #2
Lector RFID Móvil	\$ 4,800.00	\$ 12,000.00
Impresora Fija RFID	\$ 4,700.00	\$ 14,100.00
Impresora Móvil RFID	\$ 15,000.00	\$ 3,000.00
Portal fijo de lectura RFID	-	\$ 10,000.00
Antenas RFID	\$ 1,050.00	\$ 1,050.00
Desarrollo de interfaz Middleware	\$ 13,000.00	\$ 15,000.00
Lector Móvil para montacargas	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
Estación de servicio (CPU)	\$ 2,400.00	\$ 2,400.00
TOTAL	\$ 55,950.00	\$ 72,550.00

Como se observa la inversión Inicial consiste únicamente en la adquisición de activos fijos los cuales fueron designados en función a los requerimientos de cada una de las soluciones.

Tanto para la solución 1 como la solución 2 presentan a continuación el desglose el cual principalmente varía las cantidades de los activos fijos los cuales incrementan un total de USD 16,600.00;

Tabla 15 Detalle Inversión Inicial solución número 1

Solución # 1			
Material	Cantidad (UNID)	Precio Unit	Precio Total
Lector RFID Móvil	2	\$ 2,400.00	\$ 4,800.00
Impresora Fija etiquetas RFID	1	\$ 4,700.00	\$ 4,700.00
Impresora Móvil	5	\$ 3,000.00	\$ 15,000.00
Antenas RFID	3	\$ 350.00	\$ 1,050.00
Desarrollo de interfaz Middleware	1	\$ 13,000.00	\$ 13,000.00
Lector Móvil para montacargas	3	\$ 5,000.00	\$ 15,000.00
Estación de servicio (CPU)	2	\$ 1,200.00	\$ 2,400.00
TOTAL			\$ 55,950.00

Tabla 16 Detalle Inversión Inicial solución número 2

Solución # 2			
Material	Cantidad (UNID)	Precio Unit	Precio Total
Lector RFID Móvil	5	\$ 2,400.00	\$ 12,000.00
Impresora Fija etiquetas RFID	3	\$ 4,700.00	\$ 14,100.00
Impresora Móvil	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
Portal fijo de lectura RFID	4	\$ 2,500.00	\$ 10,000.00
Antenas RFID	3	\$ 350.00	\$ 1,050.00
Desarrollo de interfaz Middleware	1	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
Lector Móvil para montacargas	3	\$ 5,000.00	\$ 15,000.00
Estación de servicio (CPU)	2	\$ 1,200.00	\$ 2,400.00
TOTAL			\$ 72,550.00

4.2 Supuestos

Los presupuestos son presentados en base a supuestos Generales y Específicos, los supuestos Generales no varían por las circunstancias internas de la empresa mientras que lo específicos pueden variar debido al crecimiento o

decrecimiento anual. A continuación se puede observar el detalle de los supuestos.

Tabla 17 Supuestos Generales & Específicos

SUPUESTOS	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018	AÑO 2019	AÑO 2020
Inflación Presupuestada	3.66%	3.49%	3.35%	4.00%	4.00%
Crecimiento Anual	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%
Publicidad	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%

4.3 Proyección de Beneficios (Ahorro)

Los ingresos calculados para los proyectos provienen de la optimización de los procesos y los ahorros asociados a la implementación, estos beneficios fueron proyectados a 5 años con un crecimiento anual del 5% porcentaje presupuestado por la compañía dentro de sus balances.

El cálculo de los ahorros se lo realizó sobre estimaciones de reducción de tiempo en el caso de actividades operativas y estimaciones económicas directamente en el caso de beneficios asociados a reducción de errores o reclamos por parte de clientes. La descripción de los ahorros generados por cada uno de las propuestas las podemos ver en el Anexo.

Tabla 18 Proyección de beneficios Solución 1

PRESUPUESTO DE BENEFICIOS – SOLUCIÓN 1					
	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018	AÑO 2019	AÑO 2020
INGRESOS POR AHORRO	\$ 41,946.86	\$ 44,044.21	\$ 46,246.42	\$ 48,558.74	\$ 50,986.67
TOTAL	<u>\$ 41,946.86</u>	<u>\$ 44,044.21</u>	<u>\$ 46,246.42</u>	<u>\$ 48,558.74</u>	<u>\$ 50,986.67</u>

Tabla 19 Proyección de beneficios Solución 2

PRESUPUESTO DE BENEFICIOS - SOLUCIÓN 2					
	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018	AÑO 2019	AÑO 2020
INGRESOS POR AHORRO	\$ 69,248.75	\$ 72,711.19	\$ 76,346.75	\$ 80,164.08	\$ 84,172.29
TOTAL	\$ 69,248.75	\$ 72,711.19	\$ 76,346.75	\$ 80,164.08	\$ 84,172.29

De acuerdo a los valores observados el que mayor beneficio genera es la opción número 2 debido a que presenta un incremento de **60.57%** a lo largo del periodo evaluado.

4.4 Proyección de costos operativos

Los costos operativos incluyen los materiales que deben ser utilizados por parte del sistema, cada propuesta presenta sus variaciones tanto en consumo de materiales como los costos por softwares específicos o variantes de software. De igual manera están afectados en los 5 años con la tasa de inflación disponible en el Banco Central. Ver *Tabla 17 Supuestos Generales & Especificos*.

Tabla 20 Costos operativos - Solución 1

COSTOS OPERATIVOS - SOLUCIÓN 1					
	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018	AÑO 2019	AÑO 2020
SUMINISTROS Y MATERIALES	200.00	206.98	213.91	222.47	231.37
ETIQUETAS	6,540.00	6,768.25	6,994.98	7,274.78	7,565.77
AMORTIZACIÓN SOFTWARE	2,600.00	2,600.00	2,600.00	2,600.00	2,600.00
DEPRECIACIÓN EQUIPOS	14,383.33	14,383.33	14,383.33	-	-
TOTAL	\$ 23,723.33	\$ 23,958.56	\$ 24,192.23	\$ 10,097.25	\$ 10,397.14

Tabla 21 Costos operativos - solución 2

COSTOS OPERATIVOS - SOLUCIÓN 2					
	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018	AÑO 2019	AÑO 2020
SUMINISTROS Y MATERIALES	200.00	206.98	213.91	222.47	231.37
ETIQUETAS	135,600.00	140,332.44	145,033.58	150,834.92	156,868.32
AMORTIZACIÓN SOFTWARE	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00
DEPRECIACIÓN EQUIPOS	19,250.00	19,250.00	19,250.00	-	-
TOTAL	\$158,050.00	\$162,789.42	\$167,497.49	\$154,057.39	\$160,099.69

Los costos de operación como se mencionó contemplan los materiales necesarios para el trabajo en este caso las etiquetas de identificación RFID, son la principal diferencia entre las dos propuestas observadas.

4.5 Proyección de gastos operativos

Se considera gasto operativo a las actividades que se realizan y no están relacionadas con el giro de negocio o no afecten a la prestación de servicios es este caso.

Tabla 22 GASTOS OPERATIVOS - SOLUCIÓN 1

GASTOS OPERATIVOS - SOLUCIÓN 1					
	2016	2017	2018	2019	2020
PUBLICIDAD Y PROPAGANDA	2516.8	2642.7	2774.8	2913.5	3059.2
MANTENIMIENTO Y SOPORTE	800.0	0.0	855.7	0.0	925.5
CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO	6000.0	0.0	2000.0	0.0	0.0
TOTAL	9,316.81	2,642.65	5,630.44	2,913.52	3,984.68

Tabla 23 GASTOS OPERATIVOS - SOLUCIÓN 2

GASTOS OPERATIVOS - SOLUCIÓN 1					
	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018	AÑO 2019	AÑO 2020
PUBLICIDAD Y PROPAGANDA	4154.93	4362.67	4580.80	4809.85	5050.34
MANTENIMIENTO Y SOPORTE	800.0	0.0	855.7	0.0	925.5
CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO	6000.0	0.0	2000.0	0.0	0.0
TOTAL	10,954.93	4,362.67	7,436.46	4,809.85	5,975.81

Acorde a las actividades realizadas en el proyecto se consideró únicamente los rubros descritos previamente, incluido un presupuesto específicamente para la difusión o publicad de la nueva tecnología y semi-automatización de los procesos de Logistecsa.

4.6 Flujo de caja

El flujo de caja en resumen, es un informe el cual explica los ingresos y egresos en un periodo dado de tiempo. El flujo de caja libre parte del correspondiente ahorro o beneficio obtenido con un proyecto al finalizar el año, en nuestro caso no debemos considerar todos los rubros ya que nuestros proyectos no

necesitaron de un préstamo a su vez se debe considerar el pago de impuesto y participación de trabajadores. Únicamente se debe sumar el costo considerado por la depreciación ya que no es dinero que sale realmente de la compañía.

Tabla 24 Flujo Libre –Solución #1

	AÑO 0	2016	2017	2018	2019	2020
RESULTADO DEL EJERCICIO		8,906.72	17,443.00	16,423.75	35,547.96	36,604.85
(+) INTERESES		-	-	-	-	-
(+) IMPUESTO Y PARTICIPACIÓN TRABAJADORES		-	-	-	-	-
(-) PAGO IMPUESTO Y PARTICIPACIÓN TRABAJADORES		-	-	-	-	-
(+) DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES		16,983.33	16,983.33	16,983.33	2,600.00	2,600.00
(-) INVERSIÓN	(55,950.00)					
FLUJO LIBRE	55,950.00)	25,890.05	34,426.33	33,407.08	38,147.96	39,204.85

Tabla 25 Flujo Libre – Solución #2

	AÑO 0	2016	2017	2018	2019	2020
RESULTADO DEL EJERCICIO		(99,756.17)	(94,440.90)	(98,587.20)	(78,703.15)	(81,903.21)
(+) INTERESES						
(+) IMPUESTO Y PARTICIPACIÓN TRABAJADORES						
(-) PAGO IMPUESTO Y PARTICIPACIÓN TRABAJADORES						
(+) DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES		22,250.00	22,250.00	22,250.00	3,000.00	3,000.00
(-) INVERSIÓN	(72,550.00)					
FLUJO LIBRE	(72,550.00)	(77,506.18)	(72,190.90)	(76,337.20)	(75,703.15)	(78,903.21)

4.7 Evaluación de la inversión

Para evaluar económicamente las dos variantes del proyecto se utilizará dos métodos que permiten analizar la viabilidad económica de un proyecto de capital el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR)

4.7.1 Tasa de descuento

Es la tasa de rendimiento mínimo para un proyecto, el cálculo se realiza de la siguiente manera, nuestro proceso debido a que no tiene un préstamo se realizará de manera reducida.

$$\text{Tasa de Descuento} = (\% \text{ del Patrimonio}) * (\text{Costo del Patrimonio}) + \% \text{ Inflación}$$

El costo de patrimonio se refiere a la tasa pasiva referencial de acuerdo a datos del BCE Septiembre 2015 4.98% y de igual manera el % Inflación esperado.

Tabla 26 Tasa de descuento

% CAPITAL APORTADO POR LOS SOCIOS	100.00%
TASA PASIVA REFERENCIAL	4.98%
% INFLACIÓN	4.00%
Tasa de Descuento	8.98%

4.7.2 Valor actual Neto y Tasa interna de retorno

Donde el VAN nos permite validar si las ganancias esperadas en los 5 años de este proyecto son mayores a los costos de la inversión. Metodológicamente permite descontar flujos libres esperados y posteriormente realizar la resta de la inversión inicial, en caso de que el valor sea positivo quiere decir que el proyecto es viable.

El TIR es la tasa en la que el VAN se convierte en cero, a continuación veremos la tasa de descuento pero se debe mencionar que para que un proyecto sea viable la TIR debe ser superior a la tasa de descuento.

Tabla 27 VAN & TIR

	Solución #1	Solución #2
VAN	\$ 75,152.56	(\$ 368,430.51)
TIR	49%	-

Como se puede observar en la *Tabla 27 VAN & TIR* solamente en el escenario número 1 el valor actual neto es positivo y la tasa interna de retorno es superior a la tasa de descuento lo cual demuestra la viabilidad económica del modelo número 1.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En función al análisis de factibilidad económica presentada se concluye que la solución número uno es viable debido a que con un valor neto positivo y una tasa interna de retorno superior a la tasa de descuento demuestra la rentabilidad del proyecto y la generación de beneficios suficientes a lo largo del tiempo.
- Se concluye que la cantidad de errores o rechazos tienen una relación directamente proporcional al número de validaciones manuales se desarrollen, debido al alto porcentaje de posibilidad de error humano, mediante el uso de sistemas RFID se logra automatizar validaciones y mitigar el impacto por errores operacionales
- Mediante el análisis presentado se puede concluir que en Logistecsa el mayor porcentaje de beneficio económico es a causa de la eliminación de actividades no generadoras de valor dichos beneficios son superiores incluso al ahorro generado por la reducción de errores o rechazos.
- Se concluye que el manejar sistemas con identificación unitarias(Solución #2) no son recomendables en las instalaciones de Logistecsa, debido a que el sistema de identificación no es parte sustancial de toda la cadena de suministro y solamente es utilizada por Logistecsa, lo cual demuestra que este tipo de sistemas RFID debe formar parte desde el momento mismo en que el producto del proveedor despacha el producto de manera que esta información pueda ser utilizada por el resto de la cadena hasta el momento mismo que el usuario recibe el producto.
- Se demuestra que la ventaja competitiva de esta tecnología frente a otros sistemas como el código de barras es la versatilidad y facilidad de lectura ya que no requieren tener contacto directo con el tag, además de permitir la lectura simultánea de ítems con lo cual se valida su beneficio en la mejora de cadena de abastecimiento.

- Debido al rechazo de la solución #2 se puede concluir que las condiciones socioeconómicas del país son sumamente influyentes en la toma de decisión, ya que el costo asociado a costo de mano de obra es significativamente más económico frente a los países donde mayor porcentaje de implementación se observa.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar un análisis sobre el incremento de participación en el mercado asociado a la implementación del sistema RFID, ya que la calidad de servicio y la confiabilidad de inventarios percibida por los clientes impactará directamente en la selección de Logistecsa como operador logístico.
- El proyecto presentado puede ser replicado en el resto de filiales de Logistecsa (Colombia – Venezuela) debido a que las actividades principales no presentan variaciones respecto al desarrollo local.
- Se recomienda mantener una estrategia de marketing en la que se considere la promoción de los beneficios de la implementación de RFID en un Operador logístico y sus posibles utilidades para de esta manera tomar ventaja competitiva.
- Se recomienda trabajar directamente con los clientes y promover la utilización del sistema RFID y sobre los beneficios que puede brindar a sus operaciones y de esta manera poder incluir este sistema de identificación desde su origen.
- La utilización de un sistema ERP para de esa manera centralizar y potencializar el control sobre las actividades e identificar con mayor facilidad oportunidades de mejora que impacten de manera económica.

REFERENCIA

- Carreras MD. (2015). *Software de cronometraje*. Recuperado el 10 de mayo del 2015, de <http://www.mdgcarreras.com/software-de-cronometraje/mdg-carreras-basic.html>
- Correa Espinel, A., & Gomez Montoya, R. (2010). *INFORMATION TECHNOLOGIES IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*.
- Dipole. (2015). *Dipole Soluciones de trazabilidad y RFID*. Recuperado el 4 de abril de, <http://www.dipolerfid.es/Productos/Lectores-RFID/Default.aspx>
- Dipole RFID. (2015). *Portales inteligentes*. Recuperado el 13 de julio de, <http://www.dipolerfid.es/Productos/Portales-RFID/Default.aspx>
- EPC-RFID INFO*. (2015). Recuperado el 15 de julio de, <http://www.epc-rfid.info/>
- Fernández, S. A., Morcillo, C., & Muñoz Frías, J. (2006). RFID: La tecnología de identificación por radiofrecuencia. *Revista de la asociación de Ingenieros del I.C.A.I.*, 47-54.
- Finkenzeller, K. (2010). *RFID HANDBOOK*. John Wiley and Sons.
- Gitec 2004. (2015). *Technology Issues 2004*. Washington: KeyBoard Services. Recuperado el 11 de Abril de, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=CD1E155F52742C9EC51ADE22B6632B1B?doi=10.1.1.123.3377&rep=rep1&type=pdf>
- GLOBAL, E. (2015). *GS1*. Recuperado el 15 de Junio de , <http://www.gs1.org.ar/Descargas/EPCINTAC2.pdf>
- Harrop, D. y. (2014). Recuperado el 02 de Julio de, <http://www.idtechex.com/research/reports/rfid-forecasts-players-and-opportunities-2014-2024-000368.asp?viewopt=showall>
- HTK - RFID. (2015). *www.htk-rfid.com*. Recuperado el 10 de Abril de, http://www.htk-rfid.com/pdfs/caso_exitos_htk_rfid_tvazteca.pdf

- Intermec Technologies Corporation. (2007). *Intermec* . Recuperado el 5 de julio del 2015, de <http://www.intermec.com/public-files/product-profiles/mx/iv7-pp-web-MX.pdf>
- Landt, D. J. (2001). *Shrouds of Time The History of RFID*.
- Lehpamer, H. (2012). *RFID Design Principles*. Artech House.
- Logistecsa. (2015). *Indicadores Operativos 2015*.
- Logistecsa S.A. (2015). *Procedimeinto de recepción de materiales*. Quito.
- Logistecsa S.A. (2015). *Procedimiento de Inventario General* . Quito.
- Logistecsa S.A. (2015). *WMS - Logistecsa*. Recuperado el 15 de Abril de, <http://wms.logistecsa.com>
- Microsoft. (2015). *RFID: An Introduction*. Recueperado el 12 de mayo de, msdn.microsoft.com: https://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa479355.aspx#rfidintro_topic2
- Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información ONTSI). (2014). *La tecnología RFID y sus oportunidades*.
- RFID JOURNAL. (2015). *RFIF JOURNAL*. Recuperado el 01 de Mayo de, <http://www.rfidjournal.com/articles/pdf?1335>
- RFID POINT. (2015). *Fundamentos estandar EPC*. Recuperado el 06 de Mayo de, <http://www.rfidpoint.com/fundamentos/el-estandar-epc/>
- RFID POINT. (2015). *Que es un lector RFID*. Recuperado el 01 de Mayo de, <http://www.rfidpoint.com/preguntas-frecuentes/%C2%BFque-es-un-lector-rfid/>
- RFID-LATINO. (2015). *Estudios EPC*. Recuperado el 10 de Agosto de, <http://www.rfid-spain.com/articulo/70232/rfid/todos/estudio-de-epccompetente-centre-sobre-etiquetado-epcrfid-con-productos-liquidos>
- Tapia, D. I., José R., C., Alberto, S., Javier, B., Dante I., T., Juan, C., & Óscar, G. (2007). *Identificación por Radiofrecuencia: Fundamentos y Aplicaciones*.

Technology, S. x. (s.f.).

Telectrónica. (2015). *Lectores - RFID*. Recuepado el 07 de Julio de, <http://www.telectronica.com/index.php/identity-3100/>

Zebra. (2015). *Antena RFID AN480*. Recuperado el 03 de Julio de, <https://www.zebra.com/us/en/products/spec-sheets-latest/rfid-antenna-family-spec-sheet-es-la.pdf>

ZEBRA. (2015). *Handheld MC3190-Z* Recuperado el 07 de Julio de, <https://www.zebra.com/us/en/products/spec-sheets-latest/mc3190-z-spec-sheet-es-es.pdf>.

Zebra. (2015). *VEHICLE-MOUNTED COMPUTER*. Recuperado el 03 de Agosto de, <https://www.zebra.com/us/en/products/mobile-computers/vehicle-mounted/vh10.html#mainpartabscontainer=detailed-specs>

Zebra. (2015). *ZEBRA TO ACQUIRE MOTOROLA SOLUTIONS' ENTERPRISE BUSINESS*. Recuperado el 15 de Julio de, <https://www.zebra.com/us/en/acquires-motorola-enterprise.html>

ZIH Corp - ZEBRA. (2015). *ZEBRA Handheld*. Recuperado el 08 de Julio de, <https://www.zebra.com/us/en/products/mobile-computers/rfid-handhelds.html>

ANEXOS

INTRODUCCION

LOGISTICA ECUATORIANA S. A. LOGISTECSA, fue registrada según Escritura otorgada en la Notaria Trigésima Sexta del Cantón Quito, República del Ecuador el 22 de Abril del 2002 con el RUC No 1791826507001. completando trece años en el mercado ecuatoriano ofreciendo soluciones logísticas a las necesidades puntuales de nuestros clientes.

Servicios Ofrecidos

Dentro de nuestro actual portafolio de Servicios contamos con los siguientes:

- Administración de Inventarios
- Almacenamiento y Manejo de Bodegas
- Acondicionamientos Menores
- Distribución Nacional

Contamos con nuestros propios sistemas de Administración y Manejo de Inventarios WMS (Warehouse Management System), y nuestro propio sistema de Seguimiento en la Distribución TMS (Transport Management System), sistemas que nuestros clientes pueden acceder en tiempo real desde cualquier parte, ya que toda la información queda registrada en la página Web de LOGISTECSA www.logistecsa.com

INFORMACION MERCADO ECUADOR

El mercado farmacéutico esta compuesto por 241 laboratorios y se realizó el ranking de acuerdo a sus ventas. El valor de este mercado (Público y Privado) se estima en USD 3.000 millones, el tamaño del mercado privado es de USD 1.200 millones y el gasto en los servicios de Logística por empresa de acuerdo a nuestra experiencia, en este sector promedia el 3%. (36.000.000 USD) y actualmente LOGISTECSA tiene una participación 13,8 % aproximadamente la participación del mercado en el sector privado.

Existe una gran oportunidad en profundizar servicios con los clientes de Consumo Masivo y Alimentos, actualmente participamos con empresas del sector que significan el 20% de los ingresos actuales, este mercado Masivo multiplica el tamaño del mercado Farmacéutico varias veces.

En Ecuador, el mercado de las empresas farmacéuticas esta atendido por tres operadores fundamentalmente: ILS, TECNIANDINA y LOGISTECSA.

Se compite también contra los distribuidores que le ofrecen a las empresas la operación logística con distribución y representación, los principales actores son QUIFATEX y DIFARE.

POSIBLES INVERSIONES

De acuerdo al resultado de cada licitación, se debe tener en cuenta que se necesita realizar inversiones en infraestructura así:

		total	precio unit	USD	
MSD	Racks	1300	6.00	7.8000	
	Cuarto frío	1	5.000	5.000	
					SUBTOTAL MSD 123.000

MERCCK	Racks	1900	7.50	14.2500	
	Cuarto frío	1	5.000	5.000	
	Área Química	1	20.000	20.000	
					SUBTOTAL MERCK 39.250

GSK	Racks	1300	6.00	7.8000	
	Cuarto frío	1	20.000	20.000	
					SUBTOTAL GSK 27.800

LOGISTECSA	Ampliación oficinas	125	52.00	6.500	
	Cuarto Seguridad	1	20.000	20.000	
	Cableado	1	15.000	15.000	
					SUBTOTAL LOG 31.500

81.250 TOTAL

Adicionalmente, debido al crédito que están solicitando en las licitaciones, debemos tener en cuenta que se necesita capital de trabajo para cumplir con los nuevos plazos de pago plateados por ellos. Aproximadamente 100.000 USD.

ESTADOS FINANCIEROS

En el año 2012 LOGISTECSA realizó el cambio de su sistema contable y estructuró un nuevo plan de cuentas, permitiendo análisis por total Compañía, Sucursal, Producto y Cliente. Motivo por el cual existen sólo Estados Financieros fiscales para los años anteriores.

ESTADO DE RESULTADOS

	a dic. de 2012	a dic. de 2013	a dic. de 2014	a jun de 2015
INGRESOS OPERACIONALES	3.180.095	3.724.240	4.959.071	2.852.371
PRESTACION DE SERVICIOS	3.180.095	3.724.240	4.959.071	2.852.371
OTROS INGRESOS	618	14.043	921	7.318
INTERESES GANADOS	5	-	23	1.795
OTROS INGRESOS	614	14.043	898	5.523
INGRESOS OPERACIONALES NETOS	3.180.713	3.738.283	4.959.991	2.859.690
COSTO DE VENTAS	2.595.174	2.688.965	3.437.103	1.745.867
REMUNERACIONES OPERATIVAS	683.458	920.595	1.478.276	740.642
TRANSPORTE	864.842	997.953	939.962	480.690
ARRIENDOS	671.784	391.648	521.602	329.144
MANTENIMIENTO	81.593	71.357	61.684	48.168
SERVICIOS BASICOS	67.773	82.932	101.032	53.386
SUMINISTROS Y MATERIALES	90.023	73.940	106.866	51.961
HONORARIOS	7.659	9.966	2.912	4.716
VIAJE, HOSPEDAJE Y MOVILIZACION	9.547	13.556	8.107	958
ATENCIONES SOCIALES	2.312	2.906	1.172	706
CONTRIBUCIONES, PERMISOS Y PATENTES	5.367	13.963	107.556	13.900
PUBLICIDAD Y PROPAGANDA	516	3.137	485	-
VIGILANCIA	64.141	65.863	64.112	18.152
INCINERACION DE PRODUCTOS	6.977	24.308	7.443	-
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	6.463	3.161	4.266	1.838
CUSTODIA ARMADA	-	700	5.080	-
MERMAS	32.719	12.980	26.547	1.605
UTILIDAD BRUTA	585.539	1.049.318	1.522.888	1.113.823
GASTOS DE ADMINISTRACION	415.181	931.772	974.314	555.739
GASTOS ADMINISTRATIVOS	214.224	278.832	479.879	191.118
ARRIENDOS	6.450	6.600	11.800	10.200
MANTENIMIENTOS	-	-	2.342	933
SUMINISTROS Y MATERIALES	957	1.249	3.749	3.103
HONORARIOS	3.435	950	3.306	17.589
VIAJE, HOSPEDAJE Y MOVILIZACION	2.444	3.755	1.349	75
REEMBOLSO DE GASTOS	33.213	40.570	35.360	25.481
SEGUROS	9.690	22.966	16.947	14.869
DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES	71.604	195.615	131.042	75.066
GASTOS FINANCIEROS Y BANCARIOS	15.143	274.330	248.590	187.645
GASTOS NO DEDUCIBLES	58.021	106.905	39.949	29.661
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	170.358	117.546	548.574	558.084
IMPUESTO DE RENTA	20.797	30.723	52.800	
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO	149.562	86.823	495.774	558.084
RESERVA LEGAL		-	3.545	
UTILIDAD NETA	149.562	86.823	492.229	558.084

PROYECCIONES 2020

Se proyectan flujos hasta 2020 debido a que existen contratos firmados hasta 31-12-2019

Se tienen en cuentas los siguientes valores generales para las proyecciones:

INCREMENTO SALARIO	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%
ALQUILER	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
TRANSPORTE	20,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
MO NUEVOS INGRESOS	15,00%				
INFLACION	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%

AÑO	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	
PROYECTADO						
CIERRE 2015	25,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	
INGRESOS	5.778.857,22	7.223.571,53	7.729.221,53	8.270.267,04	8.849.185,73	9.468.628,73
COSTO DE VENTAS Y PRODUCCIÓN	3.306.237,40	3.911.696,02	4.196.672,82	4.503.661,03	4.834.447,59	5.190.970,30
REMUNERACIONES OPERATIVAS	1.481.284,12	1.780.341,21	1.913.866,80	2.057.406,81	2.211.712,32	2.377.590,74
TRANSPORTE	721.379,80	858.809,30	943.218,24	1.035.957,68	1.137.852,38	1.249.808,97
ARRIENDOS	658.288,28	691.202,69	725.762,83	762.050,97	800.153,52	840.161,19
MANTENIMIENTO	96.335,76	101.152,55	106.210,18	111.520,68	117.096,72	122.951,55
SERVICIOS BASICOS	106.772,42	112.111,04	117.716,59	123.602,42	129.782,54	136.271,67
SUMINISTROS Y MATERIALES	103.922,68	109.118,81	114.574,75	120.303,49	126.318,67	132.634,60
HONORARIOS	69.432,76	140.200,00	150.200,00	160.925,00	172.428,13	184.766,42
VIAJE, HOSPEDAJE Y MOVILIZACION	1.915,50	10.000,00	11.000,00	12.000,00	13.000,00	14.000,00
ATENCIONES SOCIALES	1.412,76	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
CONTRIBUCIONES, PERMISOS Y PATE	22.303,60	27.500,00	27.500,00	27.500,00	27.500,00	27.500,00
PUBLICIDAD Y PROPAGANDA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIGILANCIA	36.303,64	67.485,31	72.484,57	77.855,68	83.626,35	89.826,40
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	3.675,34	3.775,10	4.138,86	4.538,30	4.976,96	5.458,74
MERMAS	3.210,74	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
	3.311.734,30	3.911.696,02	4.196.672,82	4.503.661,03	4.834.447,59	5.190.970,30
GASTOS	1.111.477,32	1.180.595,50	1.259.432,24	1.370.134,19	1.500.720,64	1.654.758,94
GASTOS ADMINISTRATIVOS	382.235,40	493.083,67	583.071,44	689.481,97	815.312,43	964.106,95
ARRIENDOS	20.400,00	20.400,00	20.400,00	20.400,00	20.400,00	20.400,00
MANTENIMIENTOS	1.866,92	1.960,27	2.058,28	2.161,19	2.269,25	2.382,72
SUMINISTROS Y MATERIALES	6.206,54	6.516,87	6.842,71	7.184,85	7.544,09	7.921,29
HONORARIOS	35.178,00	36.936,90	38.783,75	40.722,93	42.759,08	44.897,03
VIAJE, HOSPEDAJE Y MOVILIZACION	149,08	156,53	164,36	172,58	181,21	190,27
REEMBOLSO DE GASTOS	50.961,02	53.509,07	56.184,52	58.993,75	61.943,44	65.040,61
SEGUROS	14.868,55	15.611,98	16.392,58	17.212,21	18.072,82	18.976,46
DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES	150.132,50	150.132,50	150.132,50	150.132,50	150.132,50	150.132,50
GASTOS FINANCIEROS Y BANCARIOS	375.289,12	340.000,00	320.000,00	315.000,00	310.000,00	305.000,00
GASTOS NO DEDUCIBLES	59.321,64	62.287,72	65.402,11	68.672,21	72.105,82	75.711,12
	1.111.477,32	1.180.595,50	1.259.432,24	1.370.134,19	1.500.720,64	1.654.758,94
UTILIDAD DEL PERIODO ANTES DE IMPUEST	1.361.142,50	2.131.280,01	2.273.116,47	2.396.471,81	2.514.017,51	2.622.899,49

Se proyectaron los escenarios sin incluir honorarios de Presidencia por USD 224.000 al año.

Para el año 2015 se le reconoció a 3M un valor de USD 165.000 que afectara el resultado del ejercicio, para efecto de las proyecciones se incluye como una mayor utilidad. Esta situación es puntual y de una sola vez en el 2015.

BALANCES COMPARATIVOS

	a dic. de 2012	a dic. de 2013	a dic. de 2014	a jun. de 2015
ACTIVO				
ACTIVO CORRIENTE	470.790	511.646	840.011	940.809
EFFECTIVO Y EQUIVALENTES AL EFFECTIVO	9.810	5.800	89.041	5.489
CAJA	800	800	1.210	1.200
BANCOS LOCALES	9.010	5.000	87.831	4.289
ACTIVOS FINANCIEROS	294.119	323.844	444.270	550.946
CUENTAS POR COBRAR CLIENTES LOCALES	292.657	322.949	443.850	550.546
OTRAS CUENTAS POR COBRAR RELACIONADAS	1.462	895	420	400
SERVICIOS Y OTROS PAGOS ANTICIPADOS			-	10.931
ANTICIPO A PROVEEDORES			-	10.931
ACTIVOS POR IMPUESTOS CORRIENTES	166.861	179.412	306.700	337.693
CRÉDITO TRIBUTARIO A FAVOR DE LA EMPRESA (IVA)	114.257	109.903	176.204	201.354
CRÉDITO TRIBUTARIO A FAVOR DE LA EMPRESA (I.R.)	52.604	69.509	130.497	136.339
OTROS ACTIVOS CORRIENTES	-	2.590	-	35.750
OTROS ACTIVOS CORRIENTES	-	2.590	-	35.750
ACTIVO NO CORRIENTE	459.695	3.712.400	3.987.072	4.873.244
PROPIEDAD, PLANTA Y EQUIPO	442.623	3.712.400	3.767.085	4.759.968
EDIFICIOS	-	3.450.000	3.450.000	4.510.280
INSTALACIONES	178.915	181.495	224.425	224.425
MUEBLES Y ENSERES	21.844	24.820	48.008	48.659
MAQUINARIA Y EQUIPO	158.118	160.318	198.491	215.016
EQUIPO DE COMPUTACIÓN	42.405	50.040	84.564	85.084
VEHÍCULOS, EQUIPOS DE TRANSPORTE Y EQUIPO CAMINERO	19.822	19.822	62.482	62.482
ESTANTERIAS	300.496	300.496	300.496	301.771
DEPRECIACION ACUMULADA	- 278.977	- 474.591	- 601.381	- 687.749
OTROS ACTIVOS NO CORRIENTES	17.072	-	219.987	113.276
GASTOS SEGUROS	8.572	-	19.987	13.276
INVERSIONES	8.500	-	200.000	100.000
TOTAL ACTIVO	930.485	4.224.046	4.827.083	5.814.054
PASIVO CORRIENTE	523.906	618.382	1.417.082	912.262
CUENTAS Y DOCUMENTOS POR PAGAR	289.329	303.077	562.237	499.392
CUENTAS POR PAGAR PROVEEDORES LOCALES	289.329	303.077	562.237	499.392
OBLIGACIONES CON INSTITUCIONES FINANCIERAS LOCALES	47.412	123.623	363.924	161.691
LOCALES	47.412	123.623	363.924	161.691
OTRAS OBLIGACIONES CORRIENTES	123.561	191.682	313.362	251.179
RET. FISCALES - RETENCIÓN IMPUESTO A LA RENTA	36.467	57.320	115.686	70.836
RET. FISCALES - RETENCIÓN POR IVA PAGADO	21.286	18.991	33.406	5.819
IMPUESTO A LA RENTA POR PAGAR DEL EJERCICIO	20.797	23.339	28.924	28.924
OBLIGACIONES CON EL I.E.S.S.	18.386	37.703	43.869	25.547
POR BENEFICIOS DE LEY A EMPLEADOS	26.625	46.912	67.567	118.882
PARTICIPACION TRABAJADORES POR PAGAR DEL EJERCICIO	-	7.417	23.911	1.171
OTROS PASIVOS CORRIENTES	63.604	-	177.559	-
OTROS PASIVOS CORRIENTES	63.604	-	177.559	-
PASIVO NO CORRIENTE	336.081	3.517.192	3.216.527	3.076.467
OBLIGACIONES CON INSTITUCIONES FINANCIERAS	336.081	3.494.015	3.162.146	3.022.086
BANCOS LOCALES N/C	6.133	3.164.067	2.832.198	2.692.138
BANCOS DEL EXTERIOR N/C	329.948	329.948	329.948	329.948
PROVISIONES POR BENEFICIOS A EMPLEADOS	-	23.177	54.381	54.381
JUBILACION PATRONAL NO CORRIENTE	-	23.177	54.381	54.381
TOTAL PASIVO	859.987	4.135.574	4.633.610	3.988.729
PATRIMONIO				
CAPITAL	85.000	85.000	85.000	405.951
SUPERAVIT POR REVALUACION DE PROPIEDADES				1.060.280
RESULTADOS ACUMULADOS	- 43.242	- 31.350	- 14.221	- 103.729
RESERVAS	16.848	16.322	19.867	-
RESULTADOS DEL EJERCICIO	11.892	18.500	102.828	462.823
TOTAL PATRIMONIO	70.498	88.472	193.474	1.825.325
TOTAL PASIVO MAS PATRIMONIO	930.485	4.224.046	4.827.083	5.814.054

Specification

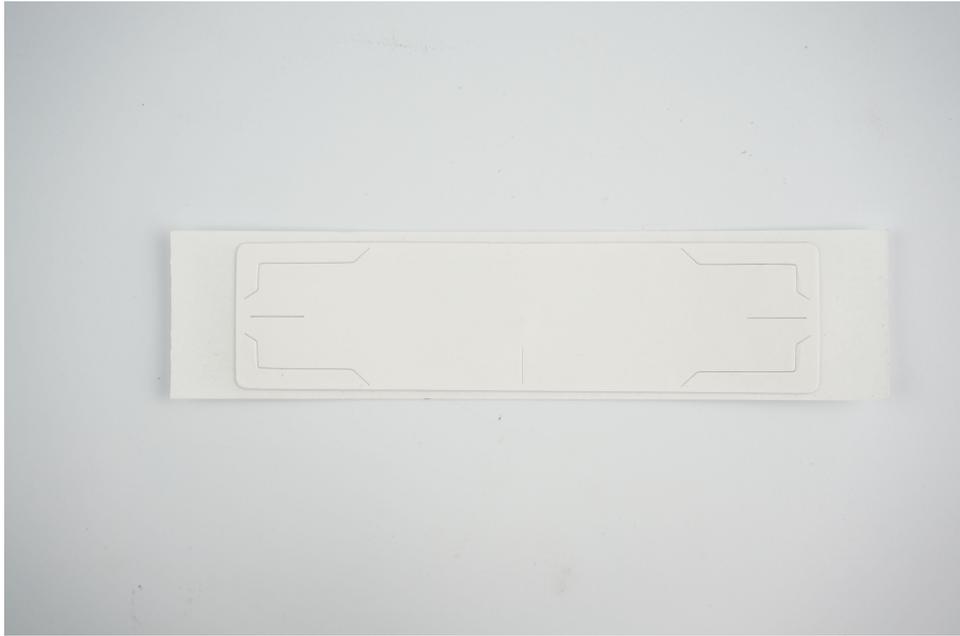
Physical parameter	
Product name	RFID UHF passive tag for warehouse
Material	200g coated paper
Size	85*54mm
Fixed way	adhesive
Type	Passive
Chip parameter	
Protocol	EPC Global Class1 Gen2 ISO 18000-6C
Operational frequency	Global 860-960MHZ
Chip type	Alien higgs3
User memory:	EPC 96-480 bit; User 512 bit; TID 64 bit
Write and read times	>100,000 times
Storage time:	10years
Reading distance	4-6m
Work temperature	-35℃ - 75℃
Storage temperature	-40℃ - 85℃

Picture reference:

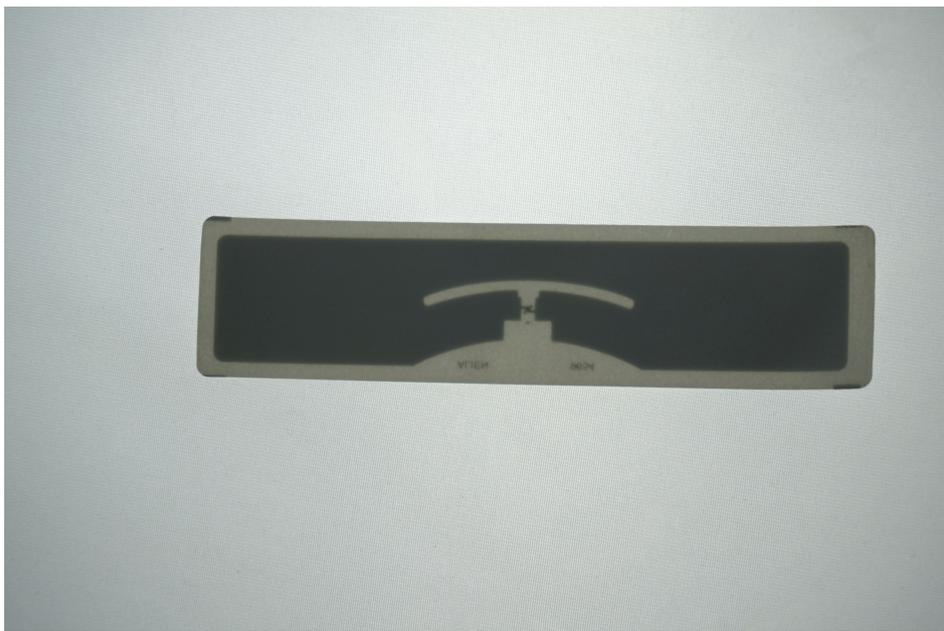
structure chart



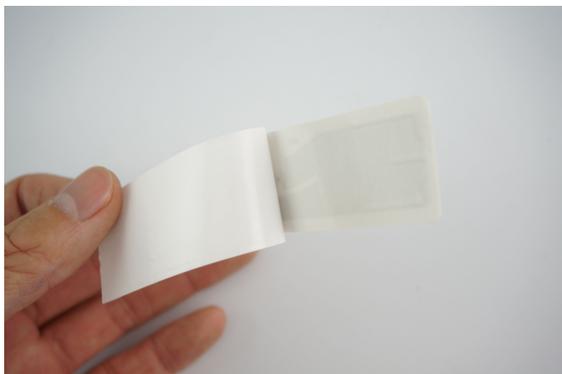
Real picture:



front side



black side



Physical parameter	
Product name	RFID UHF passive anti-metal tag for warehouse
Material	FR4 / ABS
Size	100×11×3.2mm
Fixed way	Adhesive (with 3M adhesive glue)
Type	Passive
Chip parameter	
Protocol	EPC Global Class1 Gen2 ISO 18000-6C
Operational frequency	Global 860-960MHZ
Chip type	Alien higgs3
User memory:	EPC 96-480 bit; User 512 bit; TID 64 bit
Write and read times	>100,000 times
Storage time:	10years
Reading distance	1.5-3m
Work temperature	-20℃ - 120℃
Storage temperature	-25℃ - 120℃

Picture reference:

FR4 material



ABS material



SHENZHEN XIANG YUXING TECHNOLOGY CO.,LTD

www.xiangyuxing.com.cn

TEL: 86-755-2376 4500 FAX:86-755-2376 4500

Email:Ena@xiangyuxing.com.cn

Quotation

To: Sebastian Medrano

Date: 29th, Sept. , 2015

Valid time : 30days

Item	Ref. Pic	Unit Price	Qty (pcs)	Amount (US\$)	Remark
rfid uhf anti metal tag		0.492	1000	\$492.00	(EXW)
rfid uhf tag for warehouse (blank regular)		0.0984	90000	\$8,856.00	(EXW)
91000PCS EXW price			91000	\$9,348.00	(EXW)
91000PCS FOB price			91000	\$9,545.00	(FOB)
91000PCS CIF price			91000	\$9,902.00	(CIF)
Total					

TOTAL SAY:

REMARKS:

Our quotation is not included any other extra cost such as bank charge etc.

Address: 2nd Floor, 4th building, Youpin Creation Park, No 2 of Zhangkeng 2nd Industrial Zone,

Meilong Rd, Longhua New District, Shenzhen City, Guangdong, China

T: +86-755-23764500

C:+86-130-4899-0171

F : +86-755-23764500-810

E : Ena@xiangyuxing.com.cn

Web: www.xiangyuxing.com.cn

SOLUCIÓN #1	
Recepción	
Disminución de reprocesos debido a registros de ubicación incorrectos - (Posterior a la eliminación de registro manual con RFID se migra a registro automatico de posición).	\$ 420.00
Reducción por recorrido inecesario para la verificación de posiciones libres en rack en donde se pueda colocar el material. Ver tabla 7.	\$ 4,727.36
50% reducción de tiempo de digitación de información de los pallets	\$ 4,226.25
Picking	
Permite validar la posición e ítem correcto antes de poder realizar el descargo del sistema. Disminución de reclamos por distribución de ítem incorrecto.	\$ 3,600.00
Disminución de reprocesos por toma incorrecta de material	\$ 2,700.00
Reducción de tiempo en registro manual de items recolectados	\$ 1,406.25
Reducción 40% tiempo de Inventarios ciclicos	\$ 192.00
Reducción en tiempo de Inventarios generales	\$ 1,800.00
ahorro en tiempo por validación y cuadro de inventarios por toma de	\$ 1,575.00
reducción en tiempo debido a la validación de pallet y material correcto.	\$ 15,000.00
Disminución de horas extras ahorrar 15%	\$ 6,300.00
TOTAL	\$ 41,946.86