



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO Y ANÁLISIS PARA LA SEGURIDAD DE EQUIPOS INFORMÁTICOS  
MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE RFID EN LA EMPRESA URDIALES Y  
PAZMIÑO CONSULTORES

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Tecnólogo en Redes y  
Telecomunicaciones

Profesor/a guía  
Ing. Mery Elizabeth González Tello

Autor  
Cristian Enrique Llano Cruz

Año

2017

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, DISEÑO Y ANÁLISIS PARA LA SEGURIDAD DE EQUIPOS INFORMÁTICOS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE RFID EN LA EMPRESA URDIALES Y PAZMIÑO CONSULTORES, a través de reuniones periódicas con el estudiante Cristian Enrique Llano Cruz, en el semestre 2017-3, 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”.

---

Ing. Mery Elizabeth González Tello

C.I.: 171514929-8

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, DISEÑO Y ANÁLISIS PARA LA SEGURIDAD DE EQUIPOS INFORMÁTICOS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE RFID EN LA EMPRESA URDIALES Y PAZMIÑO CONSULTORES, del estudiante Cristian Enrique Llano Cruz, en el semestre 2017-3, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Ing. Patricio Rodrigo Arellano Vargas

C.I.: 170699644-2

## 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.”

---

Cristian Enrique Llano Cruz

C.I.: 171753372-1

## AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento sincero a la UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS, por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional. A mi profesora guía, Ing. Mery Elizabeth González Tello por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar este trabajo y resaltar sobre todo su rectitud en su profesión como docente. También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación. Y por último a mis amigos que directa o indirectamente, he tenido el apoyo de ellos en toda esta etapa de mi vida.

## DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a las dos personas que no perdieron la esperanza en mí, que estuvieron y estarán apoyandome en cada meta que me progonga sea esta cercana o lejana a mi madre amada Bertha Margot Cruz Lema que su fuerza a sido mi fuerza para concluir con esta meta, y a mi hermana querida, luchadora Paola Alexandra Llano Cruz quien me ha demostrado que la lucha es siempre con uno mismo para salir adelante.

Y destacar la frase que siempre mi madre me ha indicado “Hijo mio no es lo que la vida te ofrezca si no lo que tu puedes ofrecer a la vida”

Gracias por el amor incondicional.

## RESUMEN

El proyecto propuesto plantea el desarrollo de un sistema de control para equipos informáticos enfocados en los computadores portátiles, integrando la tecnología de radio frecuencia de identificación automática (RFID). Este sistema permitirá un mejor registro de salida autorizada y no autorizada, además este sistema será de utilidad en el inventario para obtener un resultado más realista de cuantos computadores existen en la empresa. El diseño del sistema de control implica la investigación sobre sistemas RFID usados actualmente, la elección del kit de desarrollo RFID a utilizar y el diseño del sistema integral. Un sistema RFID tiene 4 componentes principales: etiquetas (tags), lectores, antenas y middleware (software), los mismos tienen una función en particular que permite llevar a cabo de forma secuencial el proceso de identificación. Las etiquetas RFID están compuestas por un pequeño chip de silicio y una antena de radiofrecuencia, los mismos que están armados en una platina de plástico. El funcionamiento del lector es de actuar leyendo o escribiendo información sobre la etiqueta RFID, esto se produce cuando el lector emite una onda de radio que es captada por la antena de la etiqueta RFID, la misma que al recibir esta onda responde identificándose, pero debe estar en un rango denominado rango de lectura para tener una conexión adecuada y óptima para que la etiqueta sea identificada correctamente.

Un sistema RFID puede aplicarse para diferentes desempeños ya sea en una biblioteca para inventario de los libros existentes, en un lugar de suministros de mecánicas para realizar un control de las piezas salientes, etc. Una ventaja de este sistema es el poder identificar inalámbricamente las etiquetas RFID, ya que son leídas sin la necesidad de que estén cerca del lector pero si deben estar en el rango de lectura aunque estas no estén en línea de vista directamente. En la actualidad los sistemas de control o seguridad que existen en la empresa requieren directamente la atención de un personal de seguridad que este constantemente revisando a las personas que ingresen y salgan, por esta razón no tienen una buena acogida por las personas debido a la incomodidad que representa.

## **ABSTRACT**

The proposed project raises the development of a control system for informatics equipment focused on laptops, integrating the radio frequency Automatic identification (RFID) technology. This system will allow for a better authorized and unauthorized output record, and this system is useful in the inventory to obtain a more realistic result of how many computers exist in the company. The design of the control system involves the research on RFID systems currently used, the choice of the RFID Development kit to be used and the design of the integral system. An RFID system has 4 main components: labels (tags), readers, antennas and middleware (software), they have a particular function that allows to carry out sequentially the identification process. RFID tags are composed of a small silicon chip and a radio frequency antenna, which are armed in a plastic plate. The operation of the reader is to act by reading or writing information about the RFID tag, this occurs when the reader emits a radio wave that is captured by the RFID tag antenna, the same as receiving this wave responds by identifying, but must Be in a range called reading range to have an adequate and optimal connection for the label to be correctly identified.

An RFID system can be applied for different performances either in a library for inventory of existing books, in a place of supply of mechanics to make a control of the outgoing parts, etc. One advantage of this system is to be able to wirelessly identify RFID tags, because they are read without the need for them to be near the reader but if they should be in the range of reading even if they are not in line of sight directly. At present the control or security systems that exist in the company directly require the attention of a security personnel who are constantly reviewing the people who enter and leave, for this reason they do not have a good reception by the people Because of the discomfort it represents.



# INDICE

CAPITULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1.    Antecedente .....	1
1.2.    Planteamiento del problema.....	2
1.3.    Objetivos.....	3
1.3.1    Objetivos generales .....	3
1.3.2    Objetivos específicos .....	3
1.4.    Alcance.....	3
1.5.    Justificación del proyecto .....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.    Historia del RFID .....	5
2.2.    Definiciones y conceptos básicos sobre RFID .....	6
2.2.1.    Modulación o codificación.....	9
2.2.1.1.    ASK (Modulación por Desplazamiento de amplitud) .....	10
2.2.1.2.    FSK (Modulación por Desplazamiento de frecuencia) .....	11
2.2.1.3.    PSK (Modulación por Desplazamiento de fase).....	11
2.2.1.4.    Demodulación .....	12
2.2.2.    Regulación y estandarización.....	12
2.2.2.1.    ELECTRONIC PRODUCT CODE .....	13
2.2.2.2.    ESTÁNDARES ISO RFID .....	14
2.3.    Elementos que conforman el sistema RFID .....	15
2.3.1.    Etiquetas o tags RFID.....	15
2.3.1.1    Tipos de Etiquetas o tags RFID.....	17
2.3.1.1.1    Según la frecuencia a la que trabajen .....	17
2.3.1.1.2    Según la fuente de energía que utilicen .....	17
2.3.1.1.2.1    Etiquetas Pasivas.....	18
2.3.1.1.2.2    Etiquetas Activas.....	18
2.3.1.1.2.3    Etiquetas Semi-Pasivas o Semi-Activas .....	19
2.3.2    Comparativa entre etiquetas activas y pasivas.....	20
2.3.3    Antena RFID .....	20
2.3.4    Readers (Lectores RFID).....	21
2.3.5    Frecuencias de Funcionamiento.....	22
2.3.6    Comparativa entre tecnologías, RFID y Código de barras.....	22
2.3.6.1    Código de Barras.....	22
2.3.6.1.1    Códigos Lineales.....	23
2.3.6.1.2    Códigos de barras 2-D. ....	24

2.3.6.1.3 Códigos matriciales .....	25
2.3.7 Software de enlace: Middleware .....	26
<b>CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA Y SELECCIÓN DE COMPONENTES .....</b>	<b>27</b>
3.1 Selección de dispositivos para el Sistema RFID .....	27
3.1.1 Selección de las etiquetas para la colocación en los equipos informáticos .....	28
3.1.2 Selección de los lectores y antenas.....	30
3.1.2.1 Selección de la antena .....	30
3.1.2.2 Selección del lector .....	31
3.1.3 Selección del middleware (SessionOne) .....	32
3.2 Diseño del sistema.....	33
3.2.1 Diagrama .....	33
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS ECONÓMICO .....</b>	<b>36</b>
4.1 Análisis de costos .....	36
4.1.1 Hardware del sistema .....	37
4.1.2 Instalación.....	37
4.1.3 Software.....	38
4.1.4 Costo Final.....	39
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ...</b>	<b>40</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	40
5.2 RECOMENDACIONES.....	41
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>46</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Funcionamiento del RFID.....	8
Figura 2. Ilustración de funcionamiento Modular.....	9
Figura 3. Señal modulada ASK. ....	10
Figura 4. Señal modulada FSK. ....	11
Figura 5. Señal modulada PSK. ....	12
Figura 6. Ilustración de funcionamiento Demodulador. ....	12
Figura 7. Etiqueta o Tag RFID.....	16
Figura 8. Aspecto de los dos principales diseños de una etiqueta (a la izquierda antena inductiva y a la derecha antena dipolar).....	16
Figura 9. Diseño de una etiqueta con antena dipolo. ....	16
Figura 10. Etiqueta Pasiva. ....	18
Figura 11. Etiqueta Activa. ....	19
Figura 12. Antena RFID. ....	20
Figura 13. Lector RFID.....	21
Figura 14. Código de Barras (Código Lineal) .....	23
Figura 15. Código de Barras (Código de barras 2D) .....	24
Figura 16. Código de barras (Códigos matriciales) .....	25
Figura 17. Etiqueta Data Trak II .....	29
Figura 18. Antena AN400 .....	31
Figura 19. Lector FX9500.....	31
Figura 20. SessionOne (ventana principal).. .....	32
Figura 21. SessionOne (ventana de configuración).. .....	33
Figura 22. Diagrama de flujo del sistema .....	34
Figura 23. Actividad de control de los equipos informáticos.....	35
Figura 24. Diseño.....	35

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características de cada Frecuencia .....	8
Tabla 2 Características de los transponders o etiquetas en función de la frecuencia.....	17
Tabla 3 Comparativa entre características de tags pasivos y tags activos .....	20
Tabla 4 Aplicaciones según la frecuencia .....	22
Tabla 5 Comparación entre Código de Barras y RFID .....	26
Tabla 6 Costo de Hardware.....	37
Tabla 7 Costo de Instalación .....	38
Tabla 8 Costo final del Sistema de Control .....	39

## **CAPITULO I: GENERALIDADES**

### **1.1. Antecedente**

La seguridad es fundamental en una empresa ya que prevé y mantiene el funcionamiento, resguardando posesiones, por esa razón es uno de los puntos prioritarios en cada empresa.

En el área de la informática, la herramienta principal para resguardar la información, son las computadoras, ya que estas son vulnerables y pueden ser robadas afectando el progreso, o crecimiento de la empresa.

La empresa URDIALES Y PAZMIÑO CONSULTORES, se dedica a la consultoría en el área de la construcción, trabaja para el sector privado y público, se enfoca especialmente en dar asesoría en la realización de presupuestos para la edificación de proyectos a nivel nacional, y por ende tiene información valiosa para otras empresas, que están en la misma área de trabajo.

La otra funcionalidad de la empresa es la realización de talleres como son: “Costos de la Construcción” e “Inducción al Programa ProExcel” , en este sentido es más vulnerable para la sustracción de un equipo informático ya que asisten personas externas a la misma, por su infraestructura tiene el área para realización de los talleres muy cerca de las oficinas principales como son la gerencia y de contabilidad, y adicionando cabe indicar que la salida está en el lugar que se imparten los talleres, tomando en cuenta también que se da soporte técnico a personas que adquirieron el programa creado por el propietario de la empresa llamado “ProExcel”, el mismo que facilita el trabajo de creación de presupuestos en el área de la construcción, para dar el soporte técnico no hay un lugar específico esto se lo realiza en el mismo lugar que se dan los talleres, es así que la empresa queda vulnerable por la gran cantidad de personas que ingresan a la misma ya sea por los talleres impartidos o por el soporte técnico.

La tecnología de Identificación por Radiofrecuencia RFID (Radio Frequency Identification) esta tecnología ha tenido un crecimiento en estos últimos años y se ha mantenido progresando, en comparación con otros sistemas de identificación. La lectura a distancia es una de las ventajas de este sistema, ya que sin la necesidad de contacto físico entre una etiqueta o varias etiquetas que contengan información primordial y un lector que pueda leer esta información.

RFID es un sistema de identificación y almacenamiento de datos remotos, ya que el propósito de esta tecnología es transmitir la identidad de un objeto que tenga adherida la etiqueta en donde se encuentre la información del mismo (similar a un número de serie único) y esta identificación se realiza mediante ondas de radio.

La tecnología RFID es agrupada dentro de las denominadas Auto ID (automatic identification, o identificación automática), el uso de esta tecnología permite tener localizado cualquier producto que tenga adherido un tag o etiqueta, no solo es utilizada en el área de la informática hay algunas áreas en donde se puede implementar, como son el área ganadera, textil, de producción, etc., para así tener una seguridad y un control de sus posesiones, como por ejemplo tenemos el caso de NP Collection, una marca finlandesa de indumentaria para mujeres, que ha implementado un proyecto de RFID para toda la cadena de suministro. En su tienda de Finlandia, la firma amplió su sistema de RFID al piso de ventas, una solución innovadora de tiendas minoristas que incluye probadores equipados con sensores RFID, mostradores de ventas y puertas de seguridad, esto facilita a la misma tener un control de productos existentes para la comercialización y protección de sus productos.

## **1.2. Planteamiento del problema**

Las empresas tienen riesgo de perder información por la sustracción de equipos informáticos, esto podría ocasionar que se detenga su operación administrativa y en algunos casos hasta la paralización de su producción, debido a los problemas presentados y a las fallas de seguridad registradas, al

poco registro y revisión de personas que salen de la empresa, para ello se hace necesario proteger los equipos informáticos existentes en la misma.

Por esta razón se debe facilitar la comprensión de lo que es la seguridad para los equipos informáticos, lo que esto implica y lo que con lleva a no tener implementada una seguridad óptima.

De acuerdo a esto se puede preguntar:

¿Cuál sería el lugar óptimo del equipo informático para colocar un tag RFID?

¿Cómo favorece la implementación de esta tecnología a la empresa?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivos generales**

Proteger la salida indebida de equipos informáticos de la empresa.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

Describir que es la tecnología RFID.

Documentar el estudio y análisis de esta tecnología, para futuras implementaciones en nuevos equipos informáticos.

Realizar una comparación entre el sistema RFID y otros sistemas similares.

### **1.4. Alcance**

El presente trabajo tiene como fin realizar un análisis para la seguridad de equipos informáticos mediante un control de salida basándose en el sistema RFID., este control evitaría que estos equipos sean sustraídos por personas no autorizadas que trabajen dentro de la empresa, o por terceros que ingresen a la misma, para esto se realizara una revisión de la teoría de la tecnología RFID para obtener un mejor análisis que involucra en el diseño del sistema.

Se utilizará el lector RFID para registrar los tags y para el control de los equipos informáticos de la empresa.

Al finalizar este proyecto propuesto se presentara un análisis de costos que se podrá utilizar para su futura implementación, también constara una

comparación con otros sistemas que son dedicados a la identificación de objetos y por último se en listara recomendaciones para realizar y tomar en cuenta para su implementación.

### **1.5. Justificación del proyecto**

La Justificación Teórica de este proyecto consiste en la estudio de la funcionalidad de la tecnología RFID e involucrarnos más en la tecnología Auto ID, ya que hay otras tecnologías similares como son el código de barras pero son más vulnerables que la tecnología propuesta, con la misma podremos hallar los mecanismos que permitan resolver necesidades actuales de manera rápida, precisa y cómoda, mediante el diseño y análisis de un sistema de seguridad, el cual presenta varias opciones como: un control de salida y también un control de equipos informáticos de cada lugar de trabajo.

Justificación Práctica, actualmente el sistema que se utiliza en la empresa para llevar este control es totalmente manual, mediante la revisión de chequeos a mochilas, portafolios o algún medio para colocar estos equipos. Este punto plantea una serie de inconvenientes, como es el caso cuando hay varias personas que estén ingresando y saliendo a la vez de la empresa, esto hace dificultoso la revisión de estos artículos.

De esta manera, incluso se puede implementar esta tecnología para otros productos de la empresa como es el caso de CD's que contienen el programa "ProExcel" e información de talleres impartidos, y así destacar esta innovación tecnológica, y familiarizar a los trabajadores con este tipo de tecnología.

La Justificación Metodológica para este proyecto se utilizara el método Deductivo ya que vamos a investigar la tecnología RFID para conocimiento propio y de esta manera generar la mejor información para una futura implementación y dar lugar a una seguridad personalizada en la infraestructura y dando la importancia de los equipos informáticos ya que los mismos tienen una renovación constante, por ende se tiene la necesidad de tener un inventario claro, real y conciso sobre todos los equipos de cada lugar de trabajo.



## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Historia del RFID

Inteco (2010) refiere que el origen de la RFID se da a conocer en los años 20 aunque se comienza a utilizar durante la Segunda Guerra Mundial como uso militar, para que los aviones se identificasen como “amigos” ante sus propios aliados en un rango que se les pudiera observar directamente, ya que para una detección a kilómetros de distancia de los aviones se hacía uso del radar, con el paso del tiempo, fue tomando más auge y comenzó a trasladarse a sistemas más reducidos sirviendo para el seguimiento de personal y equipamiento militar.

En el año 1948 se publica por primera vez sobre RFID, aunque este sistema toma renombre recientemente, ya que ha llegado a ser de conocimiento público, por compañías que han implementado este sistema por la necesidad de aumentar la eficiencia en su servicio y seguridad en la cadena de suministro, por mejoras tecnológicas, e iniciativas de estandarización, entre otros (Leimeister, 2009).

En los años 70 en Norteamérica al ver su funcionalidad el gobierno comienza a trabajar e investigar sobre esta tecnología y empieza a colocar estos sistemas en las puertas de las centrales nucleares, que estas puertas se abrían automáticamente al paso de los camiones que contaban con estas etiquetas RFID.

En Estados Unidos fue el lugar donde fueron solicitadas las primeras patentes para dispositivos RFID, en el año de 1973 mes de enero, es donde presento un tag RFID activa Mario W. Cardullo<sup>1</sup> la característica que presentaba era que incluía una memoria reescribible. Charles Walton<sup>2</sup> presento un sistema RFID pasivo, y su característica era que con este sistema se abrían las puertas sin tener las llaves a mano, su funcionamiento era que una tarjeta que incluía un tag RFID recibía una señal que el lector de la puerta emitía y cuando se

---

<sup>1</sup> Inventor que recibió la primera patente para un pasivo, de lectura y escritura de identificación por radiofrecuencia.

<sup>2</sup> Mejor conocido como el primer titular de la patente para la RFID dispositivo.

validaba o se identificaba la tarjeta se desbloqueaba la cerradura, de esta manera recibió la patente para un sistema RFID pasivo.

Con el transcurso del tiempo se ha ido desarrollando y mejorando en la capacidad de emisión y recepción, así como en la distancia o rango de lectura, por esta razón su uso ha llegado a ámbitos domésticos, como hasta ámbitos de seguridad nacional, como es caso de los pasaportes expedidos por los Estados Unidos en donde llevan asociados etiquetas RFID pasiva para un mayor control, otro ejemplo es que se está utilizando en el área de la ganadería, para el control del ganado que ha sido vacunado para ello se inserta bajo la piel una etiqueta RFID pasiva con la que se identifica a los animales que han sido vacunados y a los que no han sido vacunados. (Estevez Kelvyn, 2013).

## **2.2. Definiciones y conceptos básicos sobre RFID**

Portillo, Bermejo, Bernardos & Salle (2008) se refieren al RFID como una tecnología de identificación automática de información que está contenida en etiquetas (tags o transpondedores). Cuando estas etiquetas RFID pasan por el área de cobertura de un lector RFID, envía una señal para que el tag le comparta la información que se encuentra almacenada en su memoria. La característica principal de este sistema es que la identificación y la captación de la información contenida en la etiqueta se obtienen vía radiofrecuencia (onda electromagnética), sin la necesidad de que exista un contacto directo o visual entre el lector RFID y las etiquetas RFID, aunque en algunos casos o ámbitos de implementación se exija una cierta proximidad de estos elementos.

Para que el lector reciba la señal de las etiquetas RFID es necesario de una antena o más, para que emitan señales que lleguen a las etiquetas y a su vez reciban de vuelta las señales emitidas por las etiquetas RFID y complementando todo este proceso se necesita de un software que procese estas señales y presente una información leíble para el usuario. Las etiquetas RFID contienen un microchip que estos pueden ser solo de lectura es decir tienen una sola información o regrabables que la información que contienen puede ser modificada, lo cual es muy útil para realizar seguimiento de los

objetos que portan la etiqueta RFID como son: estudios biométricos en animales, movimientos en las cadenas de fabricación y montaje, etc. (Blázquez del Toro, 2008)

Esta tecnología trabaja bajo una banda de frecuencia, la misma que varía según el uso de la aplicación, aunque no hay ninguna corporación pública global que gobierne las frecuencias usadas para RFID por esta razón se puede utilizar dos frecuencias sin necesidad de licencia y estas frecuencias son:

- 125 - 134 Khz. para baja frecuencia (LF).
- 13.56 Mhz para alta frecuencia (HF).

Aunque se puede trabajar en otros rangos de frecuencia pero dichas frecuencias no se las pueden utilizar de manera global, ya que no hay un único estándar global ya que cada país puede fijar sus propias reglas para su utilización, como es el caso del espectro UHF, el estándar de uso en Europa se trabaja bajo consideración para 865 - 868 Mhz., el estándar de uso en los Estados Unidos es de 908 - 928 Mhz. y en Japón, se utiliza un estándar que trabaja en 960 Mhz. Pero también se debe tomar en cuenta que hay dispositivos que trabajan sobre estas frecuencias (UHF) y generan problemas de ruidos sobre los sistemas RFID y viceversa, por esta razón este espectro está a cargo de los gobiernos, que los mismos tienen que realizar detallados estudios para determinar y minimizar los problemas que puedan suceder por una implementación no solo por la tecnología RFID si no por cualquier aplicación que trabaje bajo dicho espectro. (Blázquez del Toro, 2008).

Tabla 1  
Características de cada Frecuencia

	Baja Frecuencia	Alta Frecuencia	Ultra Alta Frecuencia
Frecuencia	LF 120 ~ 134 KHz	HF 13.56 MHz	UHF 850 ~ 960 MHz
Distancia de lectura	0,5 ~ 1 m	< 1 m	>3 m
Coste	Alto	Medio	Bajo
Penetración en materiales	Excelente ← → Pobre		
Le afecta el agua?	No	No	Sí
Tipo de antena	Bobina inductiva	Bobina inductiva	Dipolo, "plancha metálica" (slot)
Transmisión de datos (data rate)	Más lento ← → Más rápido		
Anticolisión (lectura de múltiples tags)	Pobre	Buena	Muy buena
Aplicaciones	Control de acceso, identificación industrial, llaves de acceso a vehículos, automatización, auto guiado de vehículos	Farmacia, librerías, control de acceso, fidelización, aplicaciones de pago RFID, NFC, pasaporte	Trazabilidad de paquetes/pallets, trazabilidad de producto, automatización industrial, control de acceso de vehículos

Tomado de Fq Ingeniera Electrónica (2014)

### Funcionamiento de la tecnología RFID



Figura 1. Funcionamiento del RFID. Adaptado de Keishla M. Reyes Meléndez (2012)

1. Se procede con la colocación de las etiquetas RFID en todos los objetos a identificar, controlar o seguir.

2. El lector mediante su antena envía una onda electromagnética para activar las etiquetas RFID.
3. Al ingresar una etiqueta RFID en el rango de lectura utiliza la energía obtenida para proceder con la transmisión de información almacenada en su memoria, pero esto es en el caso para etiquetas RFID pasivas, pero las etiquetas RFID activas utilizan la energía de su batería que se encuentra en el interior para proceder con la transmisión de los datos.
4. El lector recibe la información extraída de las etiquetas RFID y procede enviado al host donde se encuentra el software de gestión para su procesamiento.
5. El software presenta la información para una interpretación del usuario y se ingresa la información en una base de datos.

### 2.2.1. Modulación o codificación

Modulación es el proceso de insertar la información de una señal de baja frecuencia, sobre una señal de alta frecuencia.

En este proceso la señal de alta frecuencia se denomina portadora, la misma que sufrirá la alteración de alguno de sus parámetros, siendo dicha modificación proporcional a la amplitud de la señal de baja frecuencia la cual se denomina moduladora.

El resultado a todo el proceso es denominado como señal modulada y esta es la señal que se transmite.

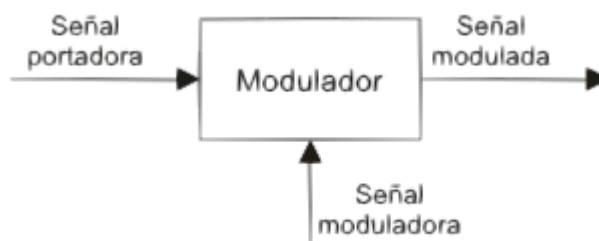


Figura 2. Ilustración de funcionamiento Modular. Adaptado de Lorenzo Cruz (2012)

La modulación permite aprovechar el canal de comunicación de mejor manera ya que se puede transmitir más información de forma simultánea por un mismo canal y se puede proteger de mejor manera la información de posibles interferencias y ruidos.

Tenemos diferentes técnicas de modulación o codificación esto depende del parámetro de la señal portadora que es afectado.

- Desplazamiento de amplitud – ASK
- Desplazamiento de frecuencia – FSK
- Desplazamiento de fase – PSK

#### **2.2.1.1. ASK (Modulación por Desplazamiento de amplitud)**

La modulación por desplazamiento es una señal moduladora digital. Sus dos valores binarios son representados con dos amplitudes diferentes y es común que una de estas dos amplitudes sea cero; es decir uno de los dígitos binarios se representa mediante la presencia de la portadora a amplitud constante, y el otro dígito se representa mediante la ausencia de la señal portadora. En este caso la señal moduladora vale 1 para un “1” binario y 0 para un “0” binario.

La señal modulada puede representarse gráficamente de la siguiente manera.

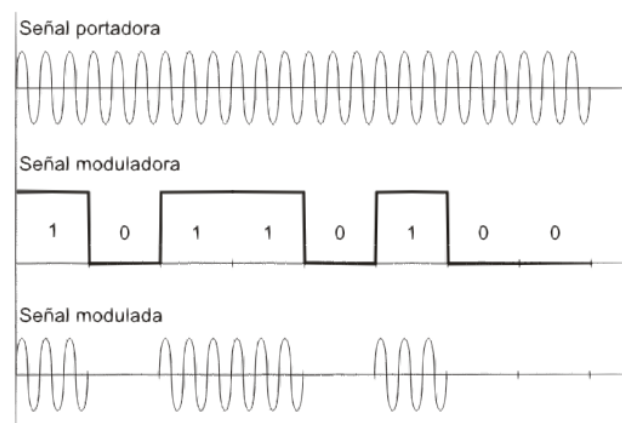


Figura 3. Señal modulada ASK. Adaptado de Lorenzo Cruz (2012)

### 2.2.1.2. FSK (Modulación por Desplazamiento de frecuencia)

La modulación por desplazamiento de frecuencia es una señal moduladora digital. Los binarios son representados por dos frecuencias diferentes ( $f_1$  y  $f_2$ ) próximas a la frecuencia de la señal portadora  $f_p$ .

$$v(t) = \begin{cases} V_p \text{ sen}(2\pi f_1 t) & \text{para un "1" binario} \\ V_p \text{ sen}(2\pi f_2 t) & \text{para un "0" binario} \end{cases} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Generalmente  $f_1$  y  $f_2$  pertenecen a los desplazamientos de una magnitud igual, pero en sentidos opuestos de la frecuencia de la señal portadora.

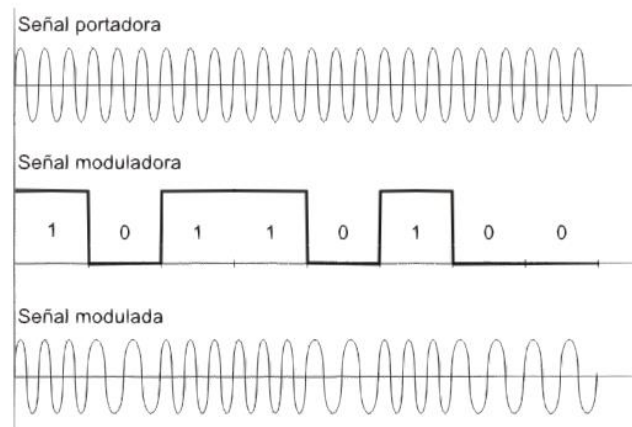


Figura 4. Señal modulada FSK. Adaptado de Lorenzo Cruz (2012)

### 2.2.1.3. PSK (Modulación por Desplazamiento de fase)

La modulación por desplazamiento de fase es considerada como una señal moduladora digital.

En PSK el valor de la señal moduladora es dado por

$$v_m(t) = v_m(t) = \begin{cases} 1 & \text{para un "1" binario} \\ -1 & \text{para un "0" binario} \end{cases} \quad (\text{Ecuación 2})$$

La señal modulada es gráficamente representada de la siguiente manera:

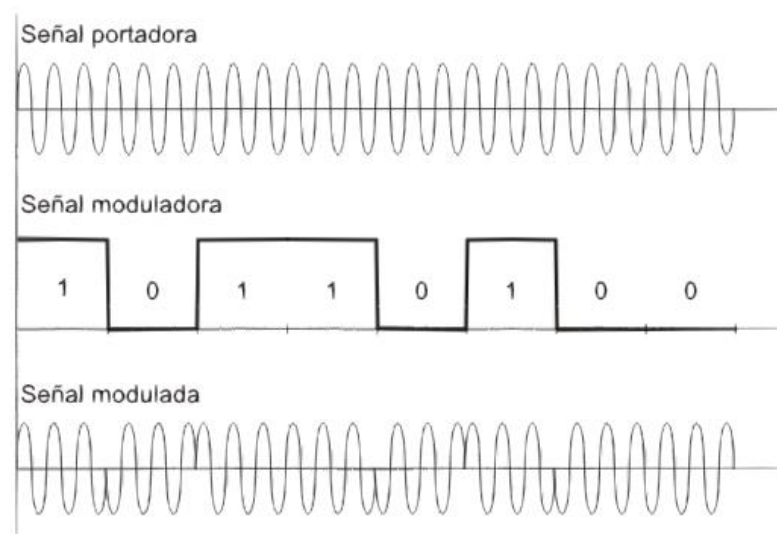


Figura 5. Señal modulada PSK. Adaptado de Lorenzo Cruz (2012)

#### 2.2.1.4. Demodulación

La demodulación es la acción para recuperar la señal de la información de una señal modulada.



Figura 6. Ilustración de funcionamiento Demodulador. Adaptado de Lorenzo Cruz (2012)

#### 2.2.2. Regulación y estandarización

La estandarización es fundamental para la tecnología RFID o para cualquier otra tecnología ya que esto facilita que exista interoperabilidad entre sistemas y adicionalmente se encarga que los diferentes equipos no ocasionen interferencias, independientemente del fabricante.

En tiempos pasados cuando no existía una estandarización los fabricantes o compañías eran quienes colocaban sus propias reglas para sus equipos y por ende tenían diferentes sistemas para una comunicación entre dispositivos, por



esa razón había inconvenientes con las etiquetas RFID de un fabricante ya que sólo podían ser leídas por los lectores del mismo fabricante. Pero se comenzó a trabajar en una banda de frecuencia la cual se convirtió en un estándar ISO esta frecuencia es 13,56 MHz.

La estandarización empezó por la competencia de dos organizaciones ISO y Auto-ID Center (más conocida como EPC Global) que querían implementar cada uno sus reglas y normas para el sistema RFID. (Inteco, 2010, p.21)

#### **2.2.2.1. ELECTRONIC PRODUCT CODE**

EPC Global es la organización encargada de asignar dichos códigos RFID a las entidades y empresas, pero se asegura que el número que se asigne sea único. Adicionalmente, se encarga de homologar y asesorar sobre las aplicaciones disponibles en la industria.

La EPC es la encargada de resolver el problema de estandarización en lo que a codificación se refiere. Dicho código EPC es un número único que cuenta con una longitud de 24 dígitos hexadecimales, de esta manera se puede identificar de manera exclusiva cualquier objeto a nivel global. Gracias a ello permite la mejora y la eficiencia en los procesos del manejo físico de los objetos.

“Un elemento fundamental de esta organización es el EPC Gen2 (EPCGlobal UHF Generation 2), estándar definido por más de 60 de las principales compañías de tecnología”. (Inteco, 2010, p.22)

En Ecuador, La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), es la entidad, que su principal función es la de monitorear el uso del espectro y controlar las actividades técnicas de los operaciones de los diferentes servicios de telecomunicaciones, existentes en Ecuador, la misma es la que indica que no constan estándares ni regulaciones frente a la Tecnología RFID en nuestro país, aunque no se establezca alguna norma o regla sobre esta tecnología, indica que su operación estaría permitida, apeándose a lo que permite el Art. 23 del Reglamento de Radiocomunicaciones, Resolución No. 556-21-CONATEL- 2000

"Art. 23.- Sistemas que no Requieren Autorización. - Los usuarios del espectro radioeléctrico que operen equipos de radiocomunicaciones con potencias menores a 100 mW sin antenas directivas y que no correspondan a sistemas de última milla y los que operen al interior de locales, edificios y en general áreas privadas con potencias menores a 300 mW sin antenas exteriores, en cualquier tecnología, no requieren autorización del CONATEL"(Arcotel, 2015).

### **2.2.2.2. ESTÁNDARES ISO RFID**

Los estándares para la tecnología RFID es un tema con algunos aspectos especiales, porque la mayor parte de aplicaciones que utilizan esta tecnología son relacionadas con el pago electrónico y por ende necesita de una seguridad especializada para evitar fraudes o duplicación de datos.

La Organización Internacional de Normalización (ISO) es una organización no gubernamental integrada por una red de institutos nacionales en 160 países, para una aportación igualitaria. Esta organización es la encargada de crear los estándares internacionales para una estandarización de normas de los activos y de la seguridad para las empresas u organizaciones a nivel global.

Las normas ISO relativas a la RFID son:

- ISO/IEC 11784-11785, ISO 10536, ISO 18000: es el estándar que se encarga de la privacidad y seguridad a la información.
- ISO 14223/1: estándar que se encarga para la identificación por radiofrecuencia de animales, transpondedores avanzados e interfaz de radio.
- ISO 14443: estándar orientado a los sistemas de pago electrónico. Es un estándar que es muy utilizado en la Alta Frecuencia, mismo que se está utilizando para el desarrollo de los pasaportes que incorporan RFID.
- ISO 15693: otro estándar utilizado en la Alta Frecuencia (HF), donde las tarjetas sin contacto de crédito y débito utilizan para su operatividad.
- ISO 18000-6C: estándar industrial para la Frecuencia Ultra Alta (UHF) es utilizada en los productos basados en RFID activa, la misma es

promovida por los Estados Unidos, la OTAN y otros usuarios comerciales de RFID activa.

- ISO/IEC 15962: es un estándar para la operatividad del protocolo de codificación de información y funcionalidades del microchip de la etiqueta RFID.
- ISO/IEC 15963: es un estándar para la operatividad de un sistema de trazado y monitorización el cual afecta a la etiqueta RFID.

Las especificaciones y las terminologías se están actualizando continuamente, y los estándares para la tecnología RFID no se quedan atrás ya que la ISO va estableciendo y creando los requisitos que regularan a nivel mundial. Pero cada país es el encargado de colocar las normas y reglas para la regulación de las bandas de frecuencias permitidas.

Hay ocasiones que la falta de estándares es uno de los aspectos importantes a tomar en cuenta al momento de una implantación definitiva de un sistema RFID. Por esa razón la ISO y a la EPC Global son entidades que realizan dicha estandarización. (Inteco, 2010, p.22-24)

## **2.3. Elementos que conforman el sistema RFID**

### **2.3.1. Etiquetas o tags RFID**

Portillo et al. (2008) describen que la etiqueta RFID, también conocida como transmisor y receptor (transponder), es un componente que es capaz de almacenar y transmitir información hacia otro componente (lector) el cual utiliza ondas de radio para realizar dicha comunicación.

La etiqueta RFID puede ser insertada o adherida en un objeto, animal o persona, en donde en su interior constara la información sobre el objeto que se lo adhiera, en la más amplio sentido se utilizara la palabra “objeto” ya que esto puede ser una llave, un caja, una mesa, un electrodoméstico, un producto, un equipo informático, etc.

Esta etiqueta RFID consta en su interior de un microchip el cual almacena la información, también tiene una pequeña antena que es la responsable de entablar la comunicación por radiofrecuencia con el lector.

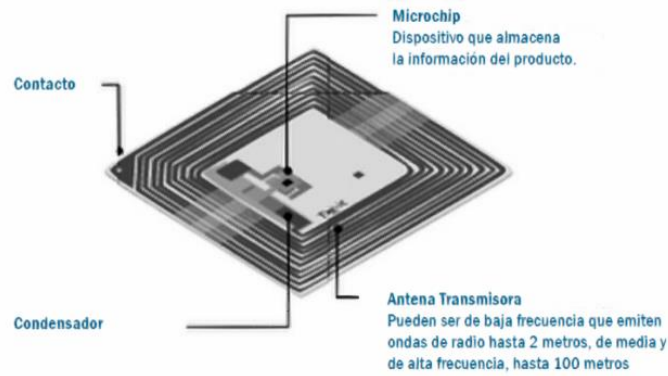


Figura 7. Etiqueta o Tag RFID. Adaptado de Keishla M. Reyes Meléndez (2012)

### El microchip incluye:

- **Un circuito analógico** es el encargado de entablar la comunicación para enviar la información y además se encarga de proporcionar la energía que se necesita.
- **Un circuito digital** incluye, un control lógica, una seguridad lógica y un microprocesador,

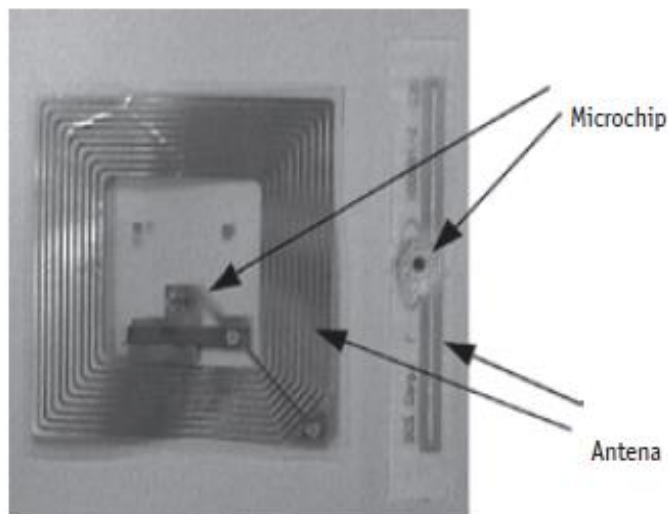


Figura 8. Aspecto de los dos principales diseños de una etiqueta (a la izquierda antena inductiva y a la derecha antena dipolar). Tomado de Portillo et al. (2008)

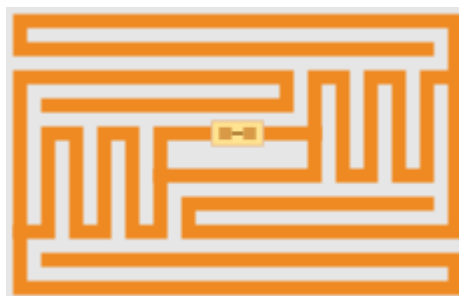


Figura 9. Diseño de una etiqueta con antena dipolo. Tomado de Wikipedia (2008)

### 2.3.1.1 Tipos de Etiquetas o tags RFID

Inteco (2010) describe que existen una gran diversidad de etiquetas RFID, para diferenciarlas dependen de algunos factores como son: etiquetas según la fuente de alimentación que utilicen para su comunicación con el lector, la forma física que posean, el mecanismo para almacenar información, la cantidad de información que pueden almacenar, la banda de frecuencia con la cual trabaja para poder transmitir la información al lector. Dependiendo para el sistema que necesitemos podemos seleccionar la etiqueta más adecuada.

#### 2.3.1.1.1 Según la frecuencia a la que trabajen

Las etiquetas RFID están programadas para responder a una frecuencia particular y a una longitud de onda, basado en las cuales se dividen además en segmentos de baja frecuencia (LF), alta frecuencia (HF), ultra-alta frecuencia (UHF) y microondas.

Tabla 2

*Características de los transponders o etiquetas en función de la frecuencia*

Frecuencia	LF 125KHz	HF 13.56 MHz	UHF 868-915 MHz
Rango máximo de lectura (valor típico en tags pasivos)	<0.5 m	~1 m	~3 m
Características generales	Relativamente caro, incluso en grandes cantidades. Requiere antena de cobre mayor, más cara. Los tags inductivos son más caros que los capacitivos. Menor sensibilidad a degradaciones de rendimiento de metales y líquidos, aunque el rango de lectura es menor.	Menos caro que los tags de LF. Rango de lectura relativamente corto y menores tasas de datos comparado con frecuencias mayores. Utilización en aplicaciones que no necesitan lectura a grandes distancias o de varios tags simultáneamente.	En grandes cantidades, los tags UHF tienen el potencial de ser más baratos que los de LF y HF debido al avance del diseño de circuitos integrados. Ofrece una buena relación entre la distancia de lectura y el rendimiento, sobre todo para la lectura simultánea.
Alimentación del tag	Generalmente pasiva, acoplamiento inductivo.	Generalmente pasiva, acoplamiento inductivo o capacitivo.	Pasiva con acoplamiento electromagnético capacitivo o activa con batería integrada.

Tomado de Libera RFID Tecnología Aplicaciones y Perspectivas, p. 7

#### 2.3.1.1.2 Según la fuente de energía que utilicen

Las etiquetas RFID se clasifican en tres tipos, para diferenciarlas depende de cómo pueden transmitir la respuesta ya que necesitan de una fuente de energía para realizar dicha acción. Las etiquetas RFID pasivas necesitan de una fuente de energía externa, Las etiquetas RFID semi-pasivas necesitan de

una fuente de energía asociada y las etiquetas RFID activas necesitan de una fuente de energía propia.

#### **2.3.1.1.2.1 Etiquetas Pasivas**

Estas etiquetas no disponen de fuente de energía se alimentan por medio del campo magnético. La antena recibe el flujo del campo magnético y alimenta al circuito, no poseen baterías, normalmente, son etiquetas de solo lectura, más pequeñas, ligeras y baratas, con un tiempo de vida ilimitado, sin embargo, necesitan un lector de mayor potencia, ya que la señal de radio de respuesta es limitada, tiene una capacidad de almacenamiento limitada y su actividad se reduce en entornos con ruido electromagnético.

La etiqueta utiliza esa energía para responder al lector. Esta “respuesta” es conocida como “Backscatter” (Inteco, 2010).

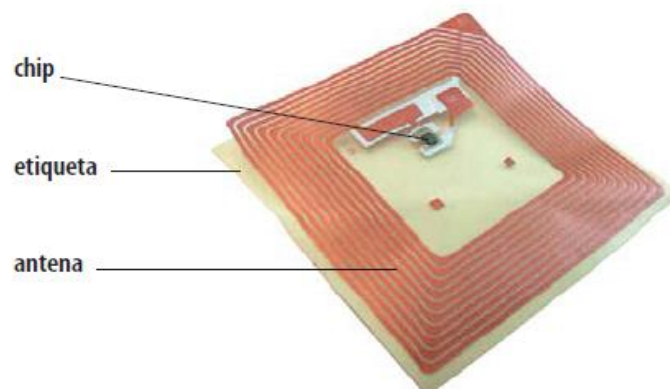


Figura 10. Etiqueta Pasiva. Adaptado de Cibeles (2012)

#### **2.3.1.1.2.2 Etiquetas Activas**

Son etiquetas con una batería interna, que con esta energía alimenta sus circuitos internos y transmite la información al lector. Su cobertura de comunicación es mayor gracias a la batería interna que posee, puede alcanzar distancias hasta los 100 metros y poder ser identificadas por los lectores, su capacidad de almacenamiento también es superior.

Gracias a que su cobertura de gran distancia logra comunicarse en lugares de difícil acceso ya sean estos debajo del agua o lugares con una gran cantidad de metales.

Estas etiquetas son mucho más fiables y seguras.

Estas etiquetas RFID tienen una limitación ya que todo el circuito para el funcionamiento están ligadas a su batería, por esta razón su vida útil estará limitada al tiempo de vida que dure la misma, generalmente estas etiquetas están constituidas por un microcontrolador que sirve para el almacenamiento, lectura y procesamiento de los datos guardados (Inteco, 2010).



Figura 11. Etiqueta Activa. Adaptado de Rodrigo L. Barnes (2017)

#### **2.3.1.1.2.3 Etiquetas Semi-Pasivas o Semi-Activas**

Estas etiquetas poseen características similares a los dos tipos de etiquetas pasivas y activas. Utiliza una batería para la activación del chip como lo hacen las etiquetas activas, pero para realizar la comunicación con el lector la energía que necesita, se la envía el propio lector en sus ondas de radio que, al ser captadas por la antena de la etiqueta, aportan suficiente energía para la emisión de la información como realizan las etiquetas RFID pasivas.

Sus capacidades de comunicación son mejores que las pasivas, aunque no alcanzan a las activas en sus características (Inteco, 2010).

### 2.3.2 Comparativa entre etiquetas activas y pasivas

Se realiza una comparativa de las características de los dos tipos de las etiquetas más utilizadas.

Tabla 3

*Comparativa entre características de tags pasivos y tags activos*

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 Tecnología RFID Usos y oportunidades, 2009, p.25

### 2.3.3 Antena RFID

Las Antenas son componentes terminales los cuales permiten la comunicación del lector con las etiquetas RFID esto se debe gracias al el intercambio de información entre estos componentes.



Figura 12. Antena RFID. Adaptado de Dipolerfid



Las Antenas RFID son las encargadas de emitir y recibir las ondas que nos permiten detectar los chips RFID. Cuando un chip RFID cruza el campo de la antena este se activa y emite una señal. Las antenas crean diferentes campos de onda y cubren diferentes distancias Portillo et al. (2008).

Existen diferentes tipos de antenas existentes las cuales se diferencian entre dos características:

- Depende de la distancia del rango de lectura ya que esta puede ser corta o larga, esto dependería en función al sistema que se lo va aplicar.
- Depende de la lectura que se va a realizar ya sea esta alta o baja, en función de la naturaleza de los productos a leer y de la cantidad a leer al mismo tiempo.

#### 2.3.4 Readers (Lectores RFID)



Figura 13. Lector RFID. Adaptado de Dipolerfid

Los lectores son los encargados de recibir la información que son obtenidas de las etiquetas RFID para transferirlas al middleware (sistema de gestión) para que éste procese la información. Un lector está compuesto generalmente por una antena, transceptor y decodificador. En ciertos lectores tienen una característica adicional la cual es que incorporan un módulo programador el mismo permite escribir información en las etiquetas pero si éstas permiten la escritura (Inteco, 2010).

Una de las características de los lectores es de suministrar energía a las etiquetas RFID pasivas. Hay diferentes tipos de lectores como pueden ser unidades autónomas conectadas a antenas, unidades portátiles con antenas

integradas, en placas miniatura montadas dentro de impresoras, o integrados en grandes dispositivos.

### 2.3.5 Frecuencias de Funcionamiento

Libera (2010) se refiere a que la evolución de la tecnología hacia frecuencias de transmisión es actualmente lo más utilizado, es por eso que cada vez hay componentes con un tamaño reducido en comparación con antiguos componentes pero con una mayor velocidad de transferencia de datos. Dependiendo de los componentes a utilizar la frecuencia de trabajo condiciona las características físicas de propagación del campo electromagnético, también condicionan las aplicaciones comerciales para las que se puede utilizar la tecnología RFID.

Tabla 4  
*Aplicaciones según la frecuencia*

Frecuencia de trabajo	Aplicaciones usuales
LF: 135 KHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de acceso</li> <li>- Identificación de animales</li> <li>- Control antirrobo en coches</li> </ul>
HF: 13.56 MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de acceso</li> <li>- Bibliotecas y control de documentación</li> <li>- Pago en medios de transporte</li> <li>- Control de equipaje en aviones</li> </ul>
UHF: 860-960Mhz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cadenas de suministro</li> <li>- Trazabilidad de objetos de valor</li> <li>- Control antifalsificación</li> <li>- Automatización de las tareas de inventariado</li> <li>- Pago de peaje en autopistas</li> </ul>
Microondas: 2.4 GHz, 5.8 GHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pago de peaje en autopistas</li> <li>- Rastreo de vehículos</li> </ul>

Tomado de Libera RFID Tecnología Aplicaciones y Perspectivas, p. 7

### 2.3.6 Comparativa entre tecnologías, RFID y Código de barras

#### 2.3.6.1 Código de Barras

Portillo et al. (2008) describen que el código de barras es un conjunto de líneas paralelas verticales de distinto grosor y espaciado en donde se encuentra la

información para ser leída. De esta manera, el código de barras, realiza el reconocimiento de un objeto de cualquier cadena logística para poder realizar un inventario o consultar las características asociadas. En la actualidad, el código de barras es el más utilizado a nivel global.

Este sistema de identificación presenta algunos inconvenientes como es la limitación de una única lectura no puede ser realizar una lectura simultánea y su información es única ya que es impresa, y sin poder añadir datos adicionales, también se requiere que el código este en línea de visión directa y en orientación hacia el lector para realizar la lectura.

Existen tres tipos de códigos:

- Códigos lineales.
- Códigos de barras 2-D.
- Códigos matriciales.

#### **2.3.6.1.1 Códigos Lineales**

Portillo et al. (2008) indican que los códigos lineales son los actualmente llamados códigos de barras, son utilizados desde los años 60, y se pueden encontrar hoy en día en cualquier tipo de producto. Su forma establecida es por un conjunto de bandas verticales alternando negras y blancas. En el patrón que forman se encuentra codificada la información. Su lectura se realiza mediante un escáner LED o Láser.



Figura 14. Código de Barras (Código Lineal). Tomado de Portillo et al. (2008)

#### **Características:**

- No son modificables.
- Su seguridad es muy simple.

- La cantidad de datos almacenados es de 30 caracteres como máximo.
- Sus costos son muy bajos.
- Tiene una vida útil muy baja, ya que su información es impresa y tiende a borrarse con el tiempo.
- El rango de lectura no es mayor a un metro ya que necesita un visión directa.
- No puede ser leídas simultáneamente una gran cantidad.
- Los errores de lectura son muy frecuentes por las interferencias, daños físicos del código, sensibles al polvo y a la suciedad.

#### **2.3.6.1.2 Códigos de barras 2-D.**

Portillo et al. (2008) se refieren que los códigos de barras 2-D consisten en una pila de códigos de barras muy cortos dispuestos ordenadamente para su decodificación. El PDF 417 es el estándar más utilizado.

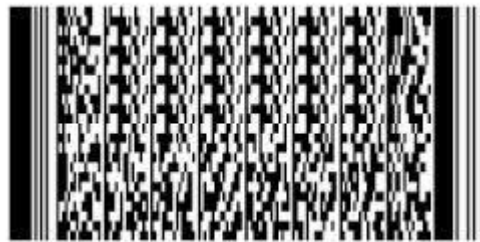


Figura 15. Código de Barras (Código de barras 2D). Tomado de Portillo et al. (2008)

Sus características son muy semejantes a las del código lineal. Sus principales diferencias son:

- 1 Kbyte es la cantidad máxima de almacenamiento.
- Sus costos son muy bajos.
- Los errores de lectura son pocos probables ya que son más robustos que los códigos lineales, pero el polvo o la suciedad en gran cantidad pueden afectar e inutilizarlos por completo.

### 2.3.6.1.3 Códigos matriciales

Portillo et al. (2008) describen que los códigos matriciales están formados por elementos simples (puntos o cuadrados) dispuestos formando un modelo bidimensional. Éstas son las diferencias fundamentales con el código de barras lineal:

- Seguridad de los datos. Semejante a la de los códigos de barras 2-D.
- Cantidad de datos almacenados. Semejante a la de los códigos de barras 2-D.
- Costes. Más altos que los anteriores.
- Estándares. Existen diferentes estándares, pero los más importantes son: Data Matrix, códigos QR y MaxiCode.



Figura 16. Código de barras (Códigos matriciales). Tomado de Portillo et al. (2008)

Se puede acotar que el progreso es cada vez mayor de la tecnología RFID sobre otras tecnologías que se rigen en el mismo ámbito, esto se debe principalmente a que otras tecnologías necesitan del contacto directo entre un tag (etiqueta) y un lector para de esta manera realizar la lectura y obtener la información, el código de barras siendo el competidor principal realiza de esta manera la identificación de los tags, es por ello que este sistema exige mucho tiempo en la detección en comparación con la tecnología RFID, ya que su identificación es por radiofrecuencia por ende no se espera que haya un contacto visual directo para obtener la información de los tags, los mismos pueden estar ubicados en cualquier lugar del objeto a ser detectado y la lectura de estos se realiza sin ninguna novedad o error aunque se encuentren a gran distancia, aunque actualmente el sistema de códigos de barras es la más utilizada poco a poco la tecnología RFID la está empatando y a futuro no muy lejano podría ser la tecnología que sea más utilizada.

Tabla 5  
Comparación entre Código de Barras y RFID

CÓDIGO DE BARRAS	RFID
Requieren "verse" para leerse	Puede leerse en la distancia
Sólo puede leerse individualmente	Pueden leerse varias etiquetas a la vez
No pueden leerse si están sucios o dañados	Funcionan en ambientes sucios y con riesgo de daño
Deben estar visibles para leerse	Pueden estar ocultos o dentro del artículo
Identifican el tipo de artículo	Identifican el artículo en concreto
La información no puede modificarse	La información puede actualizarse y sobreescribirse
Se leen manualmente, lo que puede dar lugar a errores	Se leen de forma automática, por un dispositivo, evitando errores

Adaptado de Juan Pablo Soto

### 2.3.7 Software de enlace: Middleware

La información contenida en la etiqueta RFID es leída cada vez que la antena emita una señal electromagnética y mientras la etiqueta está dentro del rango de lectura, esta información se almacena y se procesa en el sistema informático (middleware).

Portillo et al. (2008) Indican que es el software de gestión, dedicado que es el responsable de presentar la información para ser entendida por el usuario ya que obtiene dicha información por la lectura extraída de la etiqueta RFID, es considerado un software de capa intermedia, los componentes físicos de un sistema RFID serán inútiles sin un software que permita gestionar su funcionalidad.

El objetivo principal de un middleware es de procesar la información obtenida de las etiquetas RFID que estén en el rango de lectura, esta información es recogida por los lectores fijos, una de las funciones es de gestionar adecuadamente los componentes para impedir que los datos obtenidos sean duplicados, amenorar los errores que pudieran ocurrir, presentar la información entendible y adecuada.

## **CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA Y SELECCIÓN DE COMPONENTES**

### **3.1 Selección de dispositivos para el Sistema RFID**

El sistema propuesto está diseñado para que su funcionamiento pueda operarse en el interior de la empresa, por ende es fundamental, seleccionar y determinar el tipo y ubicación adecuada de los lectores, seleccionar las etiquetas RFID ya sean activas o pasivas para un rendimiento apropiado, de acuerdo a la información investigada, para la selección de componentes ya sean estos de hardware y software necesarios para conformar el sistema RFID propuesto se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

**Frecuencia de operación:** para el sistema propuesto se ha optado por una frecuencia que es utilizada para el seguimiento de objetos. Por ello es común, que para este tipo de sistemas RFID operen en frecuencias UHF (Frecuencia Ultra Alta) que en Estados Unidos opera en el rango 902 - 928 MHz y Ecuador toma esta referencia para poder operar, este rango se encuentra dentro de la frecuencia mundial establecida que va de 860 - 960 MHz, por tener gran distancia de lectura, por poder optar por etiquetas RFID de un tamaño considerablemente pequeñas y poder tener altas velocidades de comunicación de escritura y lectura.

**Rango de lectura:** se estima que para el sistema propuesto que la distancia de lectura entre componentes para una comunicación correcta, lo determina la distancia de ubicación del lector fijo, las antenas que se localizaran en la entrada y salida de la empresa, esta distancia es aproximadamente de 5 metros para una lectura óptima.

**Etiquetas RFID:** Las etiquetas RFID a seleccionar pueden ser pasivas que en sus características son de bajo precio, pero con un rango de lectura menor a consideración de la activa o pueden ser activas pero tienen un valor considerablemente alto, pero con un mayor rango de lectura, también un aspecto fundamental a considerarse es la cantidad de etiquetas RFID que las

mismas será una cantidad baja, es por esa razón que el valor económico es un factor a considerar.

**Protocolos:** La compatibilidad es fundamental entre componentes para que su funcionamiento sea óptimo y no tener ningún inconveniente con otros sistemas que se encuentren alrededor de la empresa que pueden afectar y ser afectados el funcionamiento, es por eso que los estándares a cumplir serán:

- EPC clase 1 de segunda generación
- ISO 18000-6C.

**Lector y Antena:** para la selección correcta de los componentes se debe considerar factores como es la ganancia, la banda de frecuencia en el cual se trabajara, la potencia que será irradiada, la impedancia de entrada, el conector que usa para su conexión, el rango de lectura que la antena soporta y su valor económico.

**Comunicación:** Un factor fundamental es la compatibilidad entre componentes para no tener inconvenientes de operatividad ya que es un sistema considerado de escalabilidad ya que si en un futuro se desee colocar un nuevo componente este no afecte y se comunique correctamente con los demás componentes, como pueden ser el host donde se encuentra la base de datos el mismo que gestiona la información que es entregada del sistema RFID. Por ello se deberá cumplir los estándares para una conexión ya sea Ethernet, o WiFi.

### **3.1.1 Selección de las etiquetas para la colocación en los equipos informáticos**

La selección de las etiquetas RFID son fundamentales para el diseño, ya que es, la base para poder realizar la selección de los demás componentes (lectores, antenas), ya que depende del tipo de etiqueta RFID y de la posición que va estar colocada en los equipos informáticos (computadores portátiles), es necesario contar con componentes que sean capaces de trabajar eficientemente.

El sistema RFID propuesto trabajará dentro de la banda de frecuencia UHF Frecuencia Ultra Alta (860-960 MHz), así que en Ecuador se trabajara en la



banda (902-928 MHz) con una potencia de emisión de 4 watts se ha tomado dicha banda por cumplir con las características que tiene, para aplicaciones en la cadena de suministro y seguimiento de productos. Todo sistema al funcionar bajo esta frecuencia, se la clasifica del tipo far field o de campo lejano, ya que su comunicación se realiza por medio de la propagación de ondas electromagnéticas y Backscattering (Retrodispersión).

Para la selección entre etiquetas RFID pasivas o activas, debemos tener en cuenta que las etiquetas RFID activas tiene un mayor alcance de comunicación con el lector que las etiquetas RFID pasivas, pero son muy costosas y tienen un grosor mayor debido a su batería interna, por lo que su uso para este sistema no es factible. Por todo lo anterior mencionado resulta ideal, que se debe utilizar etiquetas RFID pasivas, teniendo en cuenta varios factores, los mismos que determinaran un funcionamiento correcto del sistema propuesto:

- El rango de lectura que deberá haber entre el lector y la etiqueta RFID sería un máximo de 5 metros ya que se contará con lectores fijos.
- Adheribles para poder colocarlas fácilmente en los equipos informáticos.

En base a los aspectos anteriormente indicados se ha considera al Fabricante XERAFY ya que el mismo con sus productos se enfoca en el seguimiento en tiempo real y la gestión de activos en Healthcare, Oil & Gas y Manufacturing.

Fabricante que lidera en las innovaciones RFID para ambientes exigentes entre sus productos cuenta con la etiqueta Data Trak II Etiqueta RFID UHF RFID pasiva, Tamaño: 38x13x4 mm, Rango de lectura: Hasta 4,5 m, esta etiqueta proporciona una solución RFID rentable para centros de datos y otros entornos que requieren una etiqueta con la capacidad de ser leída en y fuera de metal, con un rendimiento duradero y confiable. (Más características en Anexos).



Figura 17. Etiqueta Data Trak II. Tomado de XERAFY

### **3.1.2 Selección de los lectores y antenas**

Para el reconocimiento de los equipos informáticos, se considera integrar el uso de un lector RFID estático, que funcione en conjunto con antenas, para maximizar el área de lectura, y tener una respuesta efectiva de las etiquetas RFID que están adheridas en estos equipos.

Con este sistema se puede monitorear en tiempo real y poder tener un inventario más efectivo en todo momento, para saber la cantidad exacta de equipos informáticos que se encuentran en la empresa, esta información se obtiene por la comunicación entre los componentes respectivos que son las etiquetas RFID y los lectores instalados en la entrada y salida de la empresa.

Los componentes que conformarán el sistema RFID son del fabricante Motorola, el cual provee productos que ofrecen una completa compatibilidad con las etiquetas anteriormente seleccionadas (etiqueta RFID Data Trak II).

#### **3.1.2.1 Selección de la antena**

Para el sistema se han seleccionado dos antenas RFID AN400 de la marca Motorola, son antenas que ofrecen una funcionalidad en áreas donde son complicadas para utilizar la tecnología RFID. Su campo de lectura es muy amplio y su conversión de la señal RF es muy rápida a pesar de que el rango de lectura sea extenso, su comunicación es precisa y rápida con las etiquetas RFID pasivas. El AN400 es una antena que cumple fácilmente con los requerimientos que se necesite para poder implementar cualquier aplicación por esta razón su desempeño es muy alto, su montaje en paredes es sencillo, esto nos permitirá tener un rango de lectura mayor y crear una zona de mayor comunicación sin obstáculos de por medio ya que funciona de manera biestática es decir puede transmitir y a su vez recibir información, pero también puede operar como dos antenas mono estáticas es decir sólo puede transmitir o solo recibir información independientemente. (Más características en Anexos).



Figura 18. Antena AN400. Tomado de Motorola

### **3.1.2.2 Selección del lector**

Para el sistema se ha seleccionado el lector FX9500 del fabricante Motorola, este componente es capaz de soportar la plataforma Global EPC gen 2, ya que para el sistema se necesita de lectura muy altas por la aplicación que serán de gran rotación de equipos, ya se tiene una alta concentración metálica; y una de la característica principal del porque se ha seleccionado este componente es que está preparado para adaptarse a las necesidades de crecimiento a futuro.

Su diseño es resistente, certificado con IP53 (contra polvo y agua), carcasa compactada, su funcionalidad de trabajo es al máximo sin importar el entorno de actividad hasta en lugares difíciles de colocación no minimiza su actividad.

Se adapta a cualquier aplicación que se desee implementar, su configuración se la puede realizar para los 4 y 8 puertos; su tamaño es compacta para colocarla en cualquier lugar que se desee, en un solo lado se encuentran los puertos de entradas y salidas, también se ubican en mismo lugar los cables para su conexión. (Más características en Anexos).



Figura 19. Lector FX9500. Tomado de Motorola

### 3.1.3 Selección del middleware (SessionOne)

El diseño de un sistema RFID, no sólo se basa en la selección de los componentes físicos (hardware) y determinar que los mismos tengan una excelente funcionalidad o que cumplan con los requerimientos necesarios para su instalación. Adicionalmente se debe considerar varios factores que los mismos determinarían el fracaso o éxito de la implementación. Por esa razón se ha tomado a consideración unos de los factores que puedan afectar la implementación y que a su vez tenga una operación eficiente, este factor es la selección de un software que sea capaz de interpretar la información recibida de la etiqueta RFID.

El Middleware (software de gestión) debe tener un ambiente con características fundamentales para realizar una configuración, un monitoreo, una implementación y poder emitir una serie de comandos directamente a los lectores a través de una interface en común, para ello se ha seleccionado el software SessionOne, este programa sin costo se lo puede adquirir mediante la empresa Zebra Technologies, Inc., este software fue desarrollado originariamente por Motorola Solutions Inc.

Es una herramienta basada en PC que puede utilizarse para demostrar las capacidades de los lectores fijos FX7400, FX7500 y FX9500. Demuestra varias capacidades del lector incluyendo el descubrimiento de dispositivos. Se puede utilizar para demostrar las capacidades del lector de una manera muy eficaz y precisa.

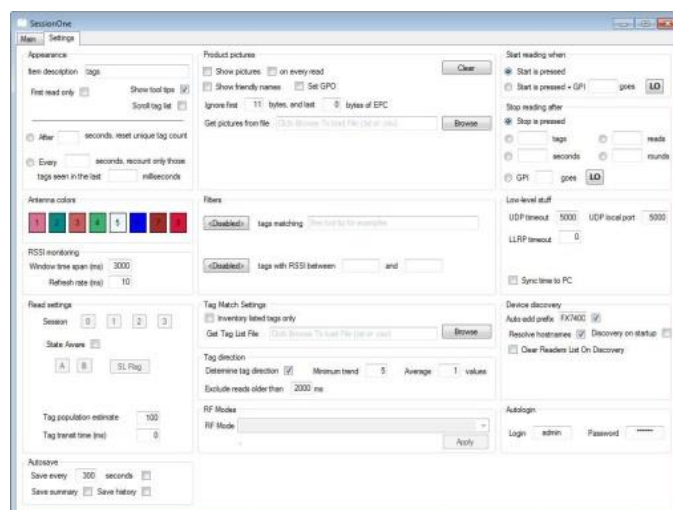


Figura 20. SessionOne (ventana principal).

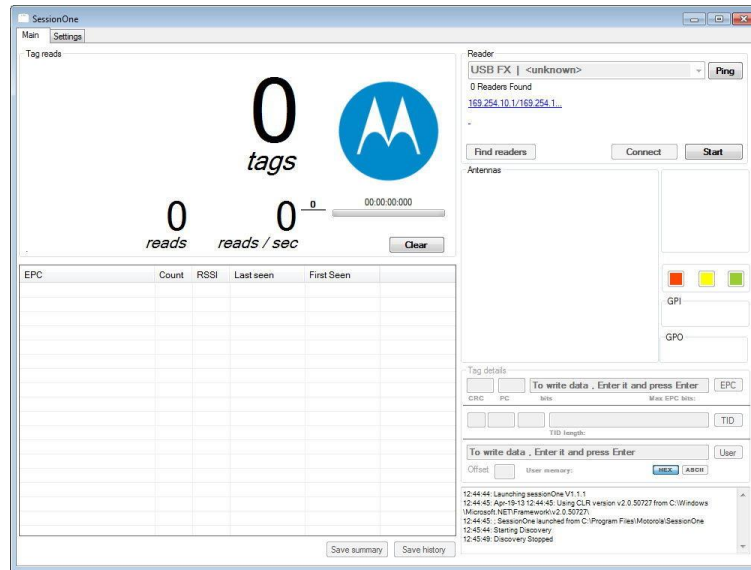


Figura 21. SessionOne (ventana de configuración)

## 3.2 Diseño del sistema

### 3.2.1 Diagrama

Con el diseño propuesto se soluciona de manera directa el factor que origino el problema en la empresa, que es la prevención, de la sustracción de los equipos informáticos y a su vez mejorar el inventario interno.

De acuerdo a las especificaciones anteriormente descritas, se muestra una gráfica de la solución al problema planteado.

**Conectividad:** Los componentes para la interconexión son un computador, etiquetas RFID, lector y antenas RFID.

**Operatividad:** Se basa en el módulo de software que constantemente se encuentra haciendo un muestreo de los equipos informáticos que se encuentran en la base de datos (sincronización), desde el lector. Cuando el lector RFID entra en comunicación con la etiqueta, obtiene el número de identificación y lo envía al computador.

**Arquitectura física:** Identificará a cada equipo informático de la empresa con una etiqueta RFID adheridas en la parte trasera del portátil, de esta manera se podrá tener un control de las computadoras existentes y además tener la seguridad necesaria para evitar la sustracción de las mismas, Para la

comunicación física entre el computador y el lector RFID se usará cable Ethernet, debido que es más común encontrar computadores que vienen incluidos con tarjetas de red.

**Arquitectura lógica:** Se configurara en el sistema la gestión de usuarios, y generación de reportes.

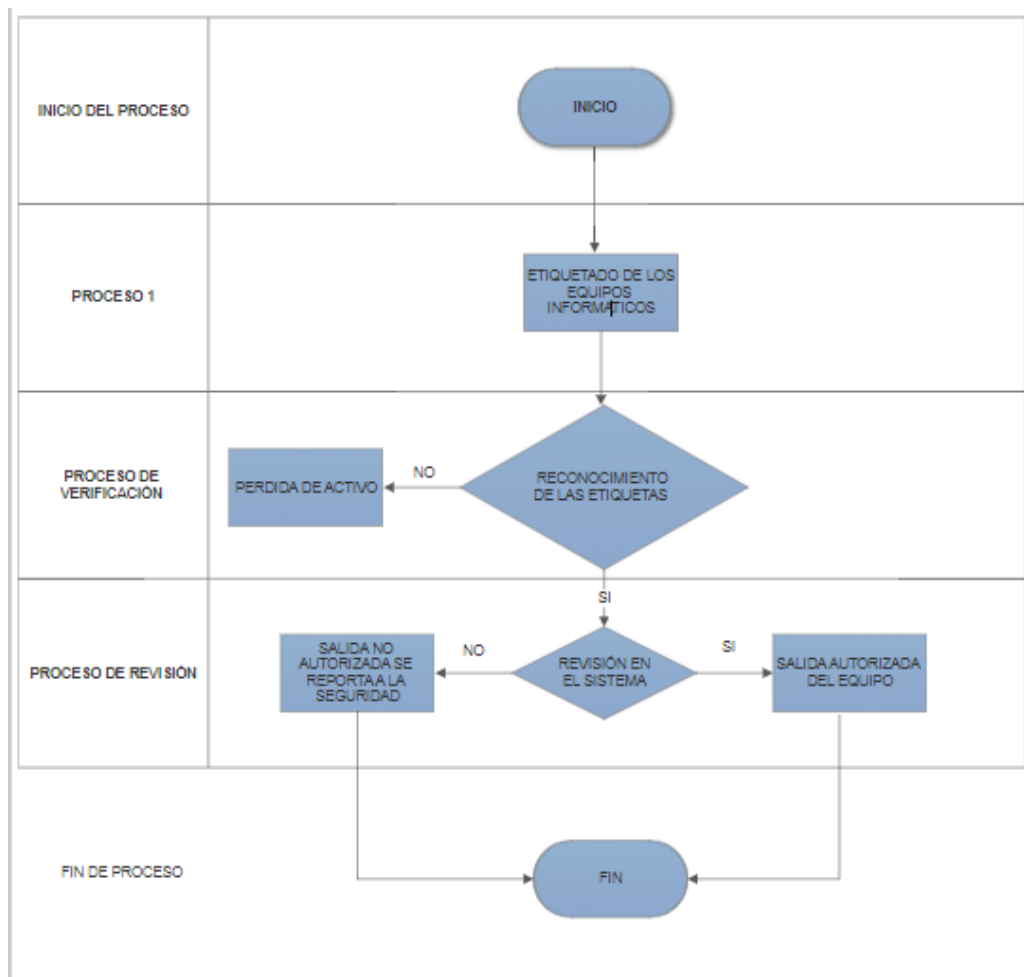


Figura 22. Diagrama de flujo del sistema

En la siguiente figura se describen como se procederán las actividades necesarias para controlar, vigilar y comunicar sobre cualquier eventualidad sobre el traslado de portátiles fuera del área de la empresa.

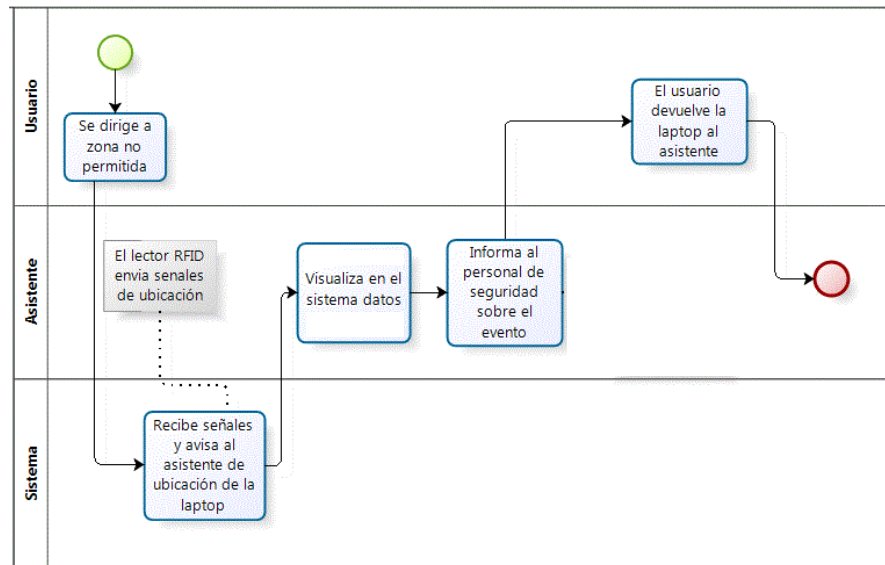


Figura 23. Actividad de control de los equipos informáticos

En la siguiente imagen se aprecia dicha solución.

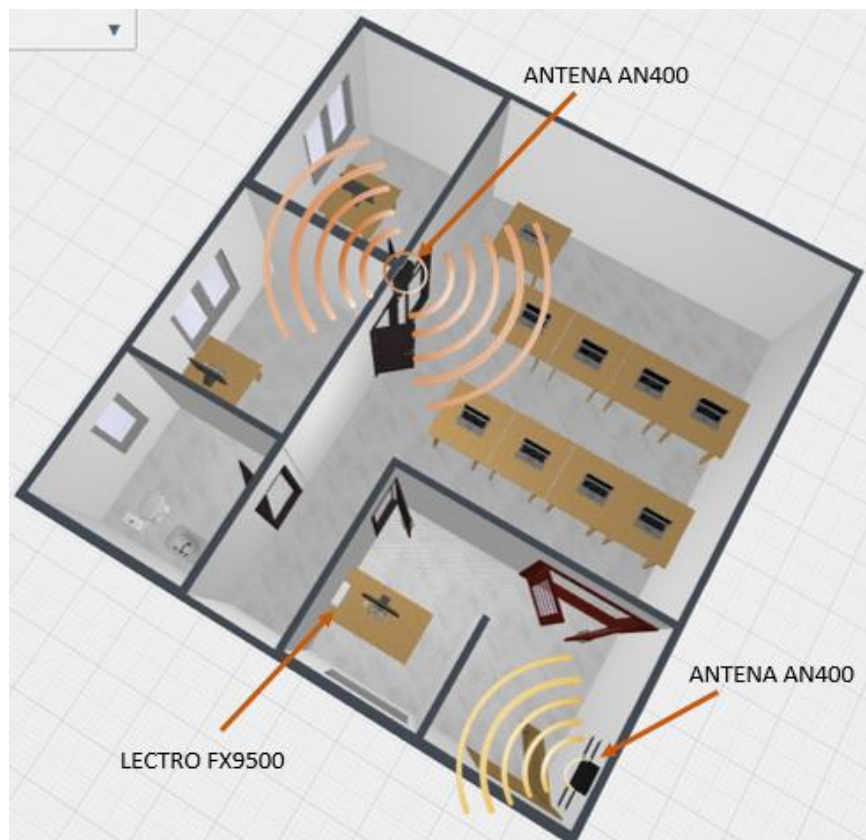


Figura 24. Diseño

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS ECONÓMICO**

El análisis económico es el proceso para identificar y determinar la cantidad y calidad de los recursos necesarios entre otros factores, para llevar a cabo un proyecto. Para ello se analiza el costo del proyecto en términos de dinero. En ocasiones se supone que realizar un análisis de costos no es necesario, sin embargo puede ocurrir algún caso fortuito cuando el proyecto esté en marcha como puede ser que los equipos, los materiales o la mano de obra que se requiere para completar el proyecto no están disponibles o se hayan terminado.

Un análisis económico nos permite determinar si el proyecto vale la pena llevarlo a cabo para su implementación o solo quedaría en estudio, pero ya determinaríamos el costo del proyecto.

### **4.1 Análisis de costos**

El objetivo principal es plantear los costos para una futura implementación de este sistema, efectuando una evaluación referencial, con la finalidad de establecer la factibilidad del presente proyecto.

Para la realización del análisis de costo y para la obtención de los rubros que representen el costo de una futura implementación, se ha utilizado como base la metodología TCO (Total Costo of Ownership o Costo Total de Propiedad).

TCO es una metodología internacional que es utilizada para obtener el análisis y mejora de los procesos de adquisición tecnológica y costos asociados a las mismas. Esta metodología se incorpora para obtener el análisis de beneficios económicos, como objetivo brindar una base de costos y de esta manera determinar el valor económico total de una inversión.

En base a lo anteriormente mencionado se ha realizado una identificación de los rubros que van hacer incluidos en el proyecto, se debe aclarar que no es necesario tener costos en todos los rubros obtenidos ya que es una estructura general de costos, para ello, el análisis de los costos se lo ha dividido en tres partes. Se evalúa la parte de hardware (física), software (lógica) y un costo referencial de instalación, evaluando estas tres partes, se obtendrá un costo referencial del sistema para su posible implementación práctica.



#### 4.1.1 Hardware del sistema

Como se consideró anteriormente se ha seleccionado varios dispositivos para el sistema propuesto y así tener un alto grado de confiabilidad y un excelente desempeño en su funcionamiento como son: Antenas, Lectores y Etiquetas:

En la TABLA N° 6 se presenta el detalle de precios de todos estos dispositivos que conforman el sistema de control:

Tabla 6

#### *Costo de Hardware*

EQUIPOS			
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
	A	B	D = A x B
Etiqueta RFID Data Trak II (Paquete de 10 unidades)	2.00	49.98	99.96
Lector FX9500	1.00	2,209.35	2,209.35
Antena RFID AN400	2.00	399.00	798.00
SUBTOTAL M			3,107.31

#### 4.1.2 Instalación

Mediante un análisis de estudio sobre la planificación e implementación del sistema en referencia con la mano de obra para la instalación, se obtiene un costo pero el mismo deben ser reconocido como gasto previo a la implementación del sistema y ser considerado como todos los costos presentados como referenciales, para tomar un costo referencial para la instalación, se ha tomado en consideración el número de horas aproximadas que se trabajara, por esta razón va haber una mínima diferencia entre el costo real y el costo referencial propuesto, en base a lo anterior mencionado se puede ver en la siguiente Tabla N° 7, Ya que es incierta su implementación no se realiza un presupuesto para la mano de obra cualificada de una empresa totalmente especializada en la instalación del sistema RFID por ello se hace un presupuesto referencial para una mano de obra cualificada en el área de las telecomunicaciones ya es un sistema de radio difusión.

Para la instalación del sistema de control se considera la siguiente mano de obra:

Tabla 7

*Costo de Instalación*

INSTALACIÓN / MANO DE OBRA			
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA
	A	B	C = A x B
Técnico Eléctrico / Telecomunicaciones	1.00	50.00	50.00
Ayudante	2.00	10.00	20.00
SUBTOTAL N			70.00

#### 4.1.3 Software

Con referencia al Software es de licencia gratuita por esta razón no tiene ningún costo el mismo que puede ser descargado de la página web de la empresa Zebra Technologies, Inc,

La versión de actualización de SessionOne v1.1.2 admite las nuevas características incluidas en el FX7500. Es una herramienta basada en PC que puede utilizarse para demostrar las capacidades de los lectores fijos FX7400, FX7500 y FX9500. Demuestra varias capacidades del lector incluyendo descubrimiento de dispositivos, operaciones de inventario, operaciones de acceso, etiquetas de exportación, imágenes de mapa y muestra para etiquetar los identificadores, etc. Se puede utilizar para demostrar las capacidades del lector de una manera muy eficaz e impresionante.

Link:

<https://www.zebra.com/us/en/support-downloads/software/demo/sessionone.html>

#### 4.1.4 Costo Final

En base al análisis del sistema se presenta el detalle final con un costo referencial.

Tabla 8

#### Costo final del Sistema de Control

##### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DE PROYECTO:** Diseño y Análisis para la seguridad de equipos informáticos mediante la implementación de RFID en la empresa URDIALES Y PAZMIÑO CONSULTORES

RUBRO: Sistema de Control RFID

<b>EQUIPOS</b>			
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
	A	B	D = A x B
Etiqueta RFID Data Trak II (Paquete de 10 unidades)	2.00	49.98	99.96
Lector FX9500	1.00	2,209.35	2,209.35
Antena RFID AN400	2.00	399.00	798.00
SUBTOTAL M			3,107.31
<b>INSTALACIÓN / MANO DE OBRA</b>			
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA
	A	B	C = A x B
Técnico Eléctrico / Telecomunicaciones	1.00	50.00	50.00
Ayudante	2.00	10.00	20.00
SUBTOTAL N			70.00
<b>SOFTWARE</b>			
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA
	A	B	C = A x B
SessionOne	1.00	0.00	0.00
SUBTOTAL O			0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)			3,177.31
I.V.A 12%			381.28
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>			<b>3,558.59</b>

## **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

El RFID es definitivamente una tecnología con gran potencial que está revolucionando la logística, que en un futuro muy cercano llegará a ser un sistema que toda empresa desee implementar, porque existen casos de empresas que han tenido éxito al aplicar esta tecnología, ya sea por facilitar su cotidianidad o por seguridad, de esta manera le permitirá tener un mayor control en la cadena de suministros.

Con el paso del tiempo se han producido mejoras y en su estandarización para el desarrollo de normas adicionales, para priorizar los problemas de interoperabilidad, los proveedores de esta tecnología RFID mediante su estudio y desarrollo han resuelto la mayor parte de inconvenientes que sean presentado y de esta manera ayudan para la mejora de los estándares ya existentes.

El precio de este sistema es un poco elevado en comparación con otros sistemas de identificación, este costo elevado se debe a que por el momento esta tecnología no es muy utilizada en nuestro país, pero existen empresas que han implementado esta tecnología, como son las que se dedican a la comercialización de ropa, para evitar el robo de prendas.

Para el desarrollo de los estándares con los que trabaja el sistema RFID existen organismos que los regularizan como son la ETSI, EPCglobal o la ISO, el mismo que está dedicado al desarrollo de estándares como: ISO 10536, ISO 14443, ISO 15693, ISO 18000.

Ya que la tecnología RFID se encuentre disponible para bandas abiertas presenta una gran ventaja, ya que se pueden realizar estudios y aplicaciones más complejas de manera más económica, sin preocuparse por el uso del espectro, esto es una ventaja para universidades y centros de investigación.

Una ventaja que le caracteriza y ofrece la tecnología RFID es su escalabilidad, esto quiere decir que es un sistema que va creciendo con el avance de la tecnología, sin dejar brechas enormes entre versiones antiguas y nuevas.

Se realizó un análisis e investigación, referente al estado de la tecnología RFID en cuanto a aspectos técnicos de la identificación automática. Al mismo tiempo, en el estudio de la problemática de la empresa se identificaron cuáles son los factores responsables; el principal de ellos fue el espacio utilizable limitado para una gran actividad que la empresa desempeña y por ende generaba inseguridad para una fácil sustracción de equipos informáticos, y gracias al sistema de control mediante RFID se podrá mejorar en este factor.

La tecnología RFID indudablemente tiene grandes ventajas pero también se debe saber lidiar con la privacidad ya que al mismo tiempo que identifica una etiqueta RFID, almacena la información en una base de datos y estos pueden ser datos personales o confidenciales y esto puede ser un inconveniente para personas que no están relacionadas con este tipo de aplicaciones que involucra algún tipo de almacenamiento de información, por ende tienden a rechazar estas tecnologías.

Es vital que las empresas conozcan sus necesidades específicas para visualizar su alcance en el futuro, y así poder evaluar cualquier propuesta de forma precisa. Analizar el costo - beneficio y riesgo de un proyecto ERP empresarial y empatarlo con lo que busca una empresa, es lo que en realidad traerá buenos resultados reflejados en el crecimiento del negocio.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

La tecnología RFID debe cumplir con los estándares y las normas o reglas del gobierno que indiquen, esto servirá para no tener inconvenientes de interoperabilidad entre sistemas que trabajen en una misma frecuencia, para que esto no pueda ser un gran perjuicio para la empresa.

Antes de implementar un sistema que involucre a la tecnología RFID, es recomendable que se familiarice con todos los componentes que se necesitan para su implementación, así también saber la frecuencia de trabajo de la aplicación que se desea, para no tener problemas de enlace futuros en la interacción entre el lector y la etiqueta RFID.

Se recomienda medidas de seguridad, de acceso en el computador donde se controlara el sistema RFID ya que el mismo se almacenara la información en una base de datos y este contendrá la información en cuanto a la cantidad de equipos informáticos se encuentren en la empresa.

Para una adecuada confiabilidad y seguridad para la Base de Datos, es recomendable que se realice respaldos continuos de la misma, esto nos servirá para evitar eventos fortuitos en el futuro como puede ser la eliminación de la información, pero al tener estos respaldos nos ayudarán en la reconstrucción de la misma.

Si al momento de implementar dicho sistema se desearía obtener mayor alcance y capacidad de memoria del sistema, se debe obtener etiquetas de mayor alcance, por lo que se tendría que tener en cuenta que se aumentaría el costo del sistema.

Todos los emprendimientos tienen costos y beneficios diferentes. Al momento de hacer la lista con los componentes que se necesite a futuro se debe ser lo más preciso y exhaustivo posible, para no tener un incremento muy elevado del costo que se promueve en el proyecto.

En el caso de un evento fortuito como pueden ser las variaciones de voltaje, y para no perder ningún componente ya sea un lector o el computador en donde se encuentre almacenada la información, es recomendable optar por un regulador de voltaje, que nos servirá para la protección de dichos equipos y sin olvidar, que se debe incluir puestas a tierra a los componentes que lo ameriten.

Es recomendable hacer conocer al personal sobre el buen uso de los componentes que involucran al sistema, en especial las etiquetas RFID o tags, ya que son componentes que estarán en constante manipulación, esto servirá para mantener una política de uso correcto, funcionamiento, utilización y seguridad del sistema implementado.

Al ser un sistema de identificación inalámbrica, exista un cierto riesgo que al enviar una señal del lector las etiquetas no la detecten, aunque este en el rango de lectura, esto puede deberse a que la etiqueta RFID está siendo

obstruida para que evite comunicarse con el lector, y de esta manera evadir la seguridad, pero este riesgo es mínimo en comparación con la comodidad y rapidez con que se puede hacer el control de los equipos informáticos.

## REFERENCIAS

- AGESIC. (s.f.). *AGESIC.ORG*. Obtenido de Modelo para el análisis de los costos y beneficios: [https://www.agesic.gub.uy/innovaportal/file/3284/1/modelo\\_para\\_el\\_analisis\\_de\\_costos\\_y\\_beneficios\\_v20130822.pdf](https://www.agesic.gub.uy/innovaportal/file/3284/1/modelo_para_el_analisis_de_costos_y_beneficios_v20130822.pdf)
- Barnes, R. L. (2017). *Etiqueta Activa*. Obtenido de <https://rodrigoibarnes.com/2017/02/14/rfid-futuro-llevo-posibilidades/>
- Cañas Francisco, T. R. (2009). *La tecnología RFID: Usos y Fundamentos*. Madrid, España: RED.es.
- Cibeles. (2012). *Etiqueta Pasiva*. Obtenido de <http://blog.enzocard.eu/2012/09/27/rfid/>
- Cruz, L. (2012). *Ilustración de funcionamiento Modular y señales de modulación*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/LorenzoCruz/expo3-15056640>
- Diferencia entre NFC y RFID*. (s.f.). Obtenido de Mundo NFC: <https://mundonfc.wordpress.com/2012/02/08/diferencia-entre-nfc-y-rfid/>
- Dipolerfid. (s.f.). *Ilustraciones Antena RFID y Lector RFID*. Obtenido de <http://www.dipolerfid.es/es/Soluciones-RFID>
- ECUADOR, R. (s.f.). *Caymansystems.com*. Obtenido de <http://www.caymansystems.com/item/rfid-ecuador-2.html>
- Estevez, K. (31 de 03 de 2013). *Tecnología de Internet*. Obtenido de Radio Frequency Identification (RFID): <http://tecnologiadeinternetuniversidadoym.blogspot.com/>
- Falcone, F. (2 de Diciembre de 2016). *Comparación entre tecnologías de RFID y código de barras*. Obtenido de [www.evaluandoerp.com/comparacion-tecnologias-rfid-codigo-barras/](http://www.evaluandoerp.com/comparacion-tecnologias-rfid-codigo-barras/)
- INTECO. (2010). *Guía sobre seguridad y privacidad de la tecnología RFID*. España.
- Intermec. (s.f.). *Intermec.com*. Obtenido de [http://www.intermec.com.mx/learning/content\\_library/white\\_papers/localized/wpABC\\_MX.pdf](http://www.intermec.com.mx/learning/content_library/white_papers/localized/wpABC_MX.pdf)
- Morales, J. (s.f.). *Egomexico.com*. Obtenido de [http://www.egomexico.com/rfid\\_supply\\_chain.htm](http://www.egomexico.com/rfid_supply_chain.htm)



Portillo, J., Bermejo, A. B., Bernardos, A., & Martínez, I. (2008). Tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID): Aplicaciones en el ámbito de la salud. En J. Portillo, A. B. Bermejo, A. Bernardos, & I. Martínez, *Tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID): Aplicaciones en el ámbito de la salud* (pág. 178). Madrid: España.

Provider, I. -T. (s.f.). *Invengo.com*. Obtenido de <http://www.invengo.com/>

Reyes, K. M. (s.f.). *Funcionamiento del RFID*. Obtenido de <https://infusc2012.wordpress.com/2012/04/19/r-f-i-d-dispositivos-de-identificacion-por-radiofrecuencias/>

RFID-HANDBOOK. (s.f.). *Normalización de los sistemas RFID*. Obtenido de RFID-HANDBOOK: <http://rfid-handbook.de/about-rfid/standardization-of-rfid.html>

RFIDPOINT. (12 de Diciembre de 2009). *La tecnología RFID: Usos y oportunidades*. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/RFIDPOINT/la-tecnologa-rfid-usos-y-oportunidades-2704611>

TELECTRONICA. (s.f.). *Principales diferencias entre el Código de Barras y RFID*. Obtenido de Telectronica Compartiendo Soluciones: <http://telectronica.com/cuales-son-las-principales-diferencias-entre-el-codigo-de-barras-y-rfid/>

UC3M. (14 de Febrero de 2011). *Radio Frequency Id - Gestión de Operaciones*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/morvyngwynneth/radio-frequency-id-gestin-de-operaciones>

Vacaro, A. (16 de Enero de 2014). *Tipos de códigos de barras*. Obtenido de Tipos De: <http://tiposde.info/tipos-de-codigos-de-barras/>

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Etiqueta RFID Data Track II



### Data Trak II



#### Functional Specifications

RF air protocol	EPC Class 1 Gen 2; ISO18000-6C
Operating frequency	UHF 902-928 MHz (US); 866-868 MHz (EU)
IC type	Impinj M4E <sup>1</sup>
Memory configuration	496-EPC bits; 128-bit user memory; 48-bit TID
Functionality	Read / write
Memory – expected read / write cycles	100,000 cycles at 77°F (25°C)
Data retention	Up to 50 years <sup>2</sup>
Read rate	400 tags per second for 96-EPC bit number
Warranty (limited)	1 year

#### Performance Characteristics

Read range on-metal (2W ERP) <sup>3</sup>	Up to 14.8 ft (4.5 m)
Read range off-metal (2W ERP) <sup>3</sup>	Up to 8.2 ft (2.5 m)
Polarization	Linear

#### Physical Specifications

Material	Industry Grade Polymer
Mounting system	High performance adhesive; 0.1 in (2.6mm) tethering hole
Color	Cool Gray
Optional label	Standard or custom data in 1D or 2D matrix and human readable EPC code

#### Environmental and Industry Compliance

FSTC	FSTC compliant
RoHS	EU Directive 2002/95/EC



For product inquiries: [sales@xerafy.com](mailto:sales@xerafy.com)

<sup>1</sup>This product utilizes an Impinj M4E chip, each tag will have the exact same EPC number and a unique TID number. Xerafy will verify the Read/Write function of each chip memory before shipment.

<sup>2</sup>The chip data retention is based on chip operating under general environment conditions.

<sup>3</sup>Actual read range may vary based upon use case and antenna power.

[www.xerafy.com](http://www.xerafy.com)

Docsheet: 07.06.14

## XERAFY<sup>®</sup>

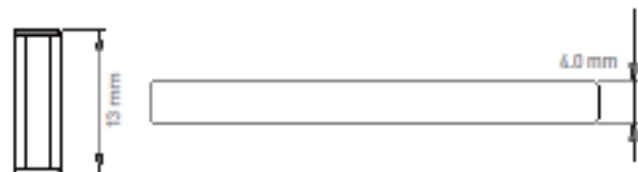
### Radiation Pattern



### Operational and Environmental Specifications

<b>Operational temperature</b>	
Cold	-40°F (-40°C)
Dry heat (Long term, days/weeks/years)	+185°F (+85°C)
Thermal shock	-40°F to 185°F (-40°C to +85°C); cycled
<b>Application temperature</b>	
Cold	-40°F (-40°C)
Dry heat (Short term, minutes/hours)	+185°F (+85°C)
<b>Humidity</b>	
Operational humidity	5%-95% non-condensing
Storage humidity	5%-95% non-condensing
Shock (drop)	3 ft (1 m) to concrete/granite up to 200 cycles
Vibration	MIL-STD-810F
Compression strength	14.5 psi (100 kPa)
IP classification	IP54

### Product Dimensions and Weight



Dimensions (mm)	38 x 13 x 4.0
tolerance	+/- 0.35
Dimensions (in)	1.50 x 0.51 x 0.16
tolerance	+/- 0.014
Weight	0.08 oz (2.3 g)

### Order information

X0330-US011-M4	Data Trak II US
X0330-EU011-M4	Data Trak II EU

## Anexo 2. Antena AN400

SPECIFICATION SHEET



# RFID Antenna Family

## RFID antennas for fixed readers



### Comprehensive RFID antenna portfolio for diverse application needs

Radio Frequency Identification (RFID) Antennas from Motorola offer versatility and performance to meet diverse application needs. When used in conjunction with Motorola's Fixed RFID Readers, communication with Electronic Product Code (EPC™) — compliant RFID tags is accurate, fast and efficient. Vital components in reader-tag communications, Motorola's family of efficient, high-performance antennas can meet the needs of any RFID solution.

### AN480: Single Port Antenna for worldwide use

The AN480 Single Port Antenna offers maximum performance and flexibility. The low axial ratio is nearly 50 percent lower than typical competitive devices, delivering a more uniform gain — and better performance. The wide frequency range enables this antenna to be utilized in worldwide deployments, providing cost-efficiencies and a simplified RFID infrastructure. The antenna offers the environmental sealing required to enable indoor and outdoor use. As with all Motorola antennas, the AN480 uses Motorola's standard mounting

bracket — mounting the antenna for the first time or upgrading an existing Motorola antenna with the AN480 is fast and easy.

### AN400: High-Performance Area Antenna for high-capacity, high throughput environments

Get the capacity and range you need to enable RFID tag reading in large areas with the AN400 High-Performance Area Antenna. This general-purpose area antenna is optimized to perform in all environments. Easy to mount on ceilings and walls, the AN400 enables the easy creation of superior read zones around shelves, doorways and dock doors — anywhere boxes and pallets are moving into and out of a facility.

These packaged, rectangular antenna arrays offer a wide read field and high-speed RF signal conversion for fast and optimal communication of EPC-compliant passive tag data. High-Performance Area Antennas are typically used in applications requiring the longest read ranges and highest levels of performance. They meet standard technical requirements for any RFID implementation and are deployment-ready with Motorola RFID fixed readers.

**AN400: High-Performance Area Antenna\*****Physical Characteristics**

Dimensions: 28.3 in. L x 12.5 in. W x 1.5 in. D  
71.7 cm L x 31.7 cm W x 3.8 cm D

Weight: 8 lbs./3.6 Kg

Casing: Aluminum with polycarbonate cover

Polarization: Two circular polarized patch array

**User Environment**

Operating Temperature: +32° to +122° F/0° to +50° C

Storage Temperature: 4° to +158° F/-20° to +70° C

Connectors: 2 type "N" female connectors

Voltage Standing Wave Ratio (VSWR): 1.25

Isolation: <math>-37\text{ dB}</math>

3db Beam Width: 60°

Gain: 6.0 dBi linear

**AN200: General Purpose Indoor-Outdoor Antenna\*****Physical Characteristics**

Dimensions: 11.1 in. L x 11.1 in. W x 1.9 in. D  
28.19 cm L x 28.19 cm W x 4.83 cm D

Weight: 3 lbs./1.36 kg

**User Environment**

Frequency Range: 900-928 MHz

Operating Temperature: -40° to +140° F/-40° to +65° C

Connector: Type "N" female

Connector Position: Rear

Return Loss (VSWR): 20 dB (1.22)

Cold Test: IEC-68-2-1 (-40° F/-40° C for 24 hours)

Heat Test: IEC-68-2-2 (158° F/70° C for 24 hours)

Temperature Shock Test: IEC-68-2-14 (-40° F rising to 158° F/-40° C rising to 70° C in 10 cycles of 60 minutes each)

Humidity Test: IEC-68-2-30 (77° to 104° F/-25° to 40° C 24 hour cycles of 90% relative humidity)

Rain Test: IEC-68-2-18 (8 hr min in rain chamber at 43 psf)

Salt Fog Test: IEC-68-2-11 (96 hours, repetitive cycling)

Random Vibration Test: IEC-68-2-6 (10 to 150 Hz, 05 g, 1 hour in each of 2 axes)

Nominal Impedance: 50 Ohm

Gain in dBi linear: 6.0

Impedance, DC: 10 kOhm +/- 5%

Polarization: RHCP or LHCP

Axial Ratio at Boresight: <math>< -3\text{ dB AZ, EL BW: }60^\circ</math>

Front to Back Ratio: <math>< 10\text{ dB}</math>

Max Input Power: 20 watts

\* NOTICE: Repairs of these products may require the use of Motorola proprietary parts (and/or Motorola proprietary information). Motorola will sell these parts (and provide this proprietary information) only to end-user customers for self-service. Applicable in the U.S. For all other countries, please contact your Motorola account manager or the local Motorola Customer Service representative in your area for further details.

## Anexo 3. Lector FX 9500

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO  
LECTOR RFID FIJO FX9500 DE MOTOROLA



CAPTURA DE DATOS RFID DE ALTO RENDIMIENTO PARA ENTORNOS INDUSTRIALES

# LECTOR RFID FIJO FX9500 DE MOTOROLA

### OBTenga EL MÁXIMO RENDIMIENTO POSIBLE... HOY Y EN EL FUTURO

Para su organización es vital el rastreo y seguimiento de sus activos más valiosos y el movimiento de sus productos comercializables. Cuanto más rápido reciba, incluya en inventario, seleccione y envíe, sin errores ni cuellos de botella, más eficiente y rentable será su actividad.

El lector RFID fijo FX9500 de Motorola ha sido diseñado para ser tan productivo y eficiente como usted mismo. Con un inmejorable nivel de sensibilidad de RF, el FX9500 brinda un alto rendimiento de lectura, que le permite mover y monitorear grandes volúmenes de artículos, pallets y cajas con etiquetas RFID rápidamente y con total precisión. Mayor precisión significa operaciones más eficientes en entornos desafiantes en términos de RF, y con materiales desafiantes como metales o líquidos. Mayor sensibilidad también significa mayor alcance de lectura, factor clave para aplicaciones de administración en grandes centros de distribución y zonas de almacenaje, y mayor velocidad de lectura, ideal para lectura de grandes volúmenes de artículos y productos densamente empaquetados.

El FX9500 es también muy resistente. Con certificación IP53 y un diseño extremadamente durable, el FX9500 ha sido pensado para funcionar sin inconvenientes, incluso con temperaturas muy variables, como las que pueden

encontrarse en muelles de carga o en grandes centros de distribución cubiertos de polvo.

### APROVECHE LAS VENTAJAS DE RENTABILIDAD

Con el mejor procesador de su clase y memoria expandida, el FX9500 de Motorola está disponible en modelos con 4 y 8 puertos. Este último le permite cubrir más puertas de plataformas de carga o puntos de lectura con menos lectores, ahorrando en costos de implementación y logrando reducir los costos por punto de lectura. Ambos modelos funcionan tanto en modo monoestático como biestático (en los que se utiliza uno o dos cables respectivamente para señales de transmisión y recepción), lo que le brinda el control total de la solución para optimizar su aplicación. Ello significa más eficiencia y precisión cada vez que se produce alguna modificación en su inventario, desde recepción hasta selección/empaquetado/envío. Usted ahorra en costos de mano de obra, logra reducir gastos de transporte y entrega el producto adecuado dentro de los plazos convenientes.

Altos volúmenes de tráfico, variedad de productos etiquetados, etiquetado a nivel de artículo, productos que varían por temporada, la velocidad y la sensibilidad del FX9500 puede manejar todo.

### CARACTERÍSTICAS/ BENEFICIOS

#### Lector RFID de alto rendimiento

Ideal para aplicaciones de gran volumen, alta densidad y alto rendimiento. Se adapta a las crecientes necesidades, para que aproveche su inversión al máximo.

#### Diseño resistente

Sellado IP53, carcasa fundida a presión, maximiza su tiempo de actividad hasta en el más hostil de los entornos de producción o almacenamiento.

#### Flexibilidad de aplicación y costos de implementación más bajos

Configuración de lector de 4 y 8 puertos; brinda una mayor flexibilidad para aplicaciones y le permite cubrir más puertas con menos lectores.

#### Ocupa muy poco espacio

Tanto el cableado como los puertos de entrada/salida se ubican en uno de los laterales del dispositivo, ofreciendo un tamaño compacto que simplifica y reduce el costo de implementación y administración.

## HOJA DE ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO

### LECTOR RFID FLUJO FX9500 DE MOTOROLA

## UNA LÍNEA EN LA QUE PUEDE CONFIAR

FX9500 de Motorola se une al portafolio más extenso y completo de lectores RFID de clase industrial fijos, móviles, de mano y manos libres actualmente disponible en el mercado. Motorola ha implementado más lectores RFID UHF que cualquier otro proveedor RFID, de modo que usted puede quedarse tranquilo, sabiendo que ha optado por productos probados prácticamente en todo tipo de industrias. Estamos listos para emplear toda nuestra

experiencia para ayudarlo a aprovechar al máximo sus datos RFID y disfrutar de un retorno más rápido para su solución RFID.

Para más información sobre el lector RFID FX9500 de Motorola, visite [www.motorolasolutions.com/americalatina/rfid](http://www.motorolasolutions.com/americalatina/rfid)

## ESPECIFICACIONES DEL FX9500 DE MOTOROLA

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Dimensiones (L x A x P)	27,3 cm x 18,4 cm x 5 cm 10,75" x 7,25" x 2"
Peso	2,13 kg ± 0,05 kg (4,4 lbs ± 0,1 lbs)
Material de carcasa	Aluminio fundido a presión, cumple con los estándares de sellamiento IP53

Indicadores visuales de estado	Indicadores LED multicolor: Encendido, Actividad, Estado y Aplicaciones RFID
--------------------------------	--

Sensibilidad de recepción máxima	-84,5 dBm (monostático); -105 dBm (biestático)
Protocolos de Aire	ISO 18000-6C (EPC Class 1 Gen 2) ISO 18000-6B
Frecuencia (banda UHF)	902 MHz-928 MHz, 865 Hz-868 MHz, y sub-bandas
Potencia de salida	+10dBm - +33dBm

### CONECTIVIDAD

Comunicaciones	10/100 BaseT Ethernet (RJ45); USB Host & Client (Tipo A & B); Serie (DB9)
E/S para todo uso	4 entradas, 4 salidas, conexión óptica (bloque de conectores)
Fuente de alimentación	±24Vdc
Puertos para antenas	FX9500-4: 4 puertos monostáticos o 2 biestáticos (TNC de polaridad Inversa) FX9500-8: 8 puertos monostáticos o 4 biestáticos (TNC de polaridad Inversa) Impedancia 50 Ohm

### CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

Temperatura de funcionamiento	-20° - +55°C (-4° - +131°F)
Temperatura de almacenamiento	-40° - +70°C (-40° - +158°F)
Humedad	5 - 95%, sin condensación
Sellado	IP53

### ADMINISTRACIÓN DE HARDWARE, SO Y FIRMWARE

Memoria	Flash 128 MB; DRAM 128 MB
Sistema Operativo	Linux
Actualización de Firmware	Funcionalidad de actualización de firmware remota y basada en Web
Protocolos de administración	RM 1.0.1 (con XML sobre HTTP/HTTPS y conexión SNMP)
Servicios de red	DHCP, HTTP, FTPS, SSH, HTTP, FTP, Telnet, SNMP y NTP; Descubrimiento WS
Dirección IP	Estática y dinámica
Protocolos de interfaz host	LLRP + RM
Soporte API	.NET y C

### CUMPLIMIENTO REGLAMENTARIO

Seguridad	UL 60950-01, UL 2043, IEC 60950-1, EN 60950-1
RF-EMV/CISPR	FCC Parte 15, RSS 210, EN 302 208, ICES-003 Clase B, EN 301 489-1/3 Para México: 979-923 MHz
SAR/MPE	FCC 47CFR101-DE1 Boleto E5; EN 50364
Otros	ROHS, WEEE

### GARANTÍA

La garantía de FX9500-4 y FX9500-8 tiene una vigencia de un año (12 meses) desde la fecha del envío, siempre que el producto no haya sido modificado y se utilice bajo condiciones normales y adecuadas. Cubre todo tipo de defectos de fabricación y materiales.

### DISPONIBILIDAD GEOGRÁFICA

Disponible en distintas regiones sobre frecuencias RFID en Europa (ET-SI EN 302-208) y EE.UU.

### SERVICIOS RECOMENDADOS

Servicios de Soporte	Servicio from the Start Advanced Exchange Support
Servicios Avanzados	Servicios de Diseño e Implementación de RFID

Número de Parte: SS-R3230. MOTOROLA, MOTO, MOTOROLA SOLUTIONS y el logotipo de la M estilizada son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de Motorola Trademark Holdings, LLC y son utilizadas bajo licencia. Todas las demás marcas comerciales pertenecen a sus respectivos propietarios. © Motorola Solutions, Inc. 2012. Todos los derechos reservados.

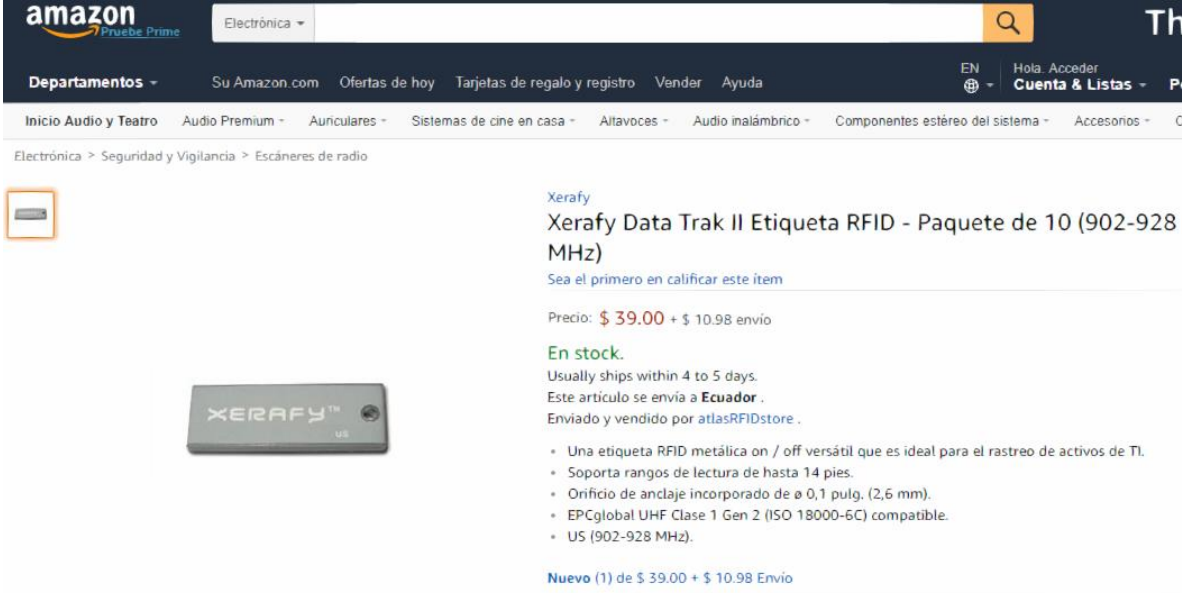




## Anexo 4. Costos de componentes

**NOTA:** Los costos fueron tomados directamente de Amazon ya que en Ecuador no se encontró dichos componentes con las características necesarias para la implementación del sistema de control.

### Etiqueta RFID (TAG'S RFID)



The screenshot shows the Amazon product page for 'Xerafy Data Trak II Etiqueta RFID - Paquete de 10 (902-928 MHz)'. The page includes the Amazon logo, navigation menus, and product details. The product is currently in stock and priced at \$39.00 plus \$10.98 shipping. It is sold by atlasRFIDstore.

**amazon** Prueba Prime Electrónica

Departamentos - Su Amazon.com Ofertas de hoy Tarjetas de regalo y registro Vender Ayuda EN Hola. Acceder Cuenta & Listas

Electrónica > Seguridad y Vigilancia > Escáneres de radio

**Xerafy**  
**Xerafy Data Trak II Etiqueta RFID - Paquete de 10 (902-928 MHz)**  
 Sea el primero en calificar este ítem

Precio: \$ 39.00 + \$ 10.98 envío

**En stock.**  
 Usually ships within 4 to 5 days.  
 Este artículo se envía a **Ecuador**.  
 Enviado y vendido por atlasRFIDstore.

- Una etiqueta RFID metálica on / off versátil que es ideal para el rastreo de activos de TI.
- Soporta rangos de lectura de hasta 14 pies.
- Orificio de anclaje incorporado de ø 0,1 pulg. (2,6 mm).
- EPCglobal UHF Clase 1 Gen 2 (ISO 18000-6C) compatible.
- US (902-928 MHz).

**Nuevo (1) de \$ 39.00 + \$ 10.98 Envío**

### Lector FX9500



The screenshot shows the Amazon product page for 'Zebra Technologies Zebra FX9500 Lector RFID - 8 puertos (902-928 MHz)'. The page includes the Amazon logo, navigation menus, and product details. The product is currently in stock and priced at \$2,195.00 plus \$14.35 shipping. It is sold by atlasRFIDstore.

**amazon** Prueba Prime Electrónica Lector FX9500

Departamentos - Su Amazon.com Ofertas de hoy Tarjetas de regalo y registro Vender Ayuda EN Hola. Acceder Cuenta & Listas Pedido

Todos Electrónica ofertas más vendido TV y vídeo audio y cine en casa Computadoras cámara y la foto usable Tecnología Electrónica del Automóvil y GPS portátiles

< Volver a resultados de búsqueda para "Lector FX9500"

**Zebra Technologies**  
**Zebra FX9500 Lector RFID - 8 puertos (902-928 MHz)**  
 Sea el primero en calificar este ítem


Precio: \$ 2,195.00 + \$ 14.35 envío


**Consígalo tan pronto como Oct. 19 - 27 si elige Expedited Shipping en la caja.**  
 Enviado y vendido por atlasRFIDstore.

- Lector RFID de alto rendimiento: procesador PXA270 @ 624 MHz, 128Mb / 128Mb de memoria.
- Ideal para aplicaciones de alto volumen, alta densidad, alto rendimiento, entornos desafiantes de RF y materiales RF desafiantes como los que tienen un alto contenido de metal líquido; puede satisfacer las necesidades crecientes de su inversión en el futuro.
- Diseño robusto: sellado IP53, carcasa fundida a presión maximiza el tiempo de actividad incluso en los entornos de producción o almacén más difíciles.
- Pequeña huella: todos los puertos de cableado y entrada / salida están en un lado, resultando en un tamaño compacto que simplifica y reduce el costo de despliegue y administración.
- La fuente de alimentación de CA se vende por separado. Este producto se envía SOLAMENTE a ubicaciones dentro de los Estados Unidos o Canadá.

**Nuevo (2) desde \$ 2,195.00 + \$ 14.35 envío**


## Antena RFID AN400


amazon Prueba Prime Electrónica ▾ Antena RFID AN400  The

Departamentos ▾ Su Amazon.com Ofertas de hoy Tarjetas de regalo y registro Vender Ayuda EN  Hola, Acceder Cuenta & Listas ▾ Pedir

Todos Electrónica ofertas más vendido TV y vídeo audio y cine en casa Computadoras cámara y la foto usable Tecnología Electrónica del Automóvil y GPS portátil

< Volver a resultados de búsqueda de "Antena RFID AN400"





MOTOROLA SOLUTIONS INC  
AN400 ANTENA RFID CONECTOR DUAL N DE ALTA PERF. R & L CIRC POL - Modelo #: AN400-CB66203WR  
[Sea el primero en calificar este ítem](#)

Precio: **\$ 399.00** y envío gratis

**Sólo quedan 10 en stock - orden pronto.**  
Consígalo tan pronto como Oct. 17 - 24 cuando elija **Economía Envío** al pagar.  
Enviado y vendido por [Sea View Technologies](#).

**Nuevo (1)** desde \$ 399.00 y envío GRATIS.

