



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS APLICADAS

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INVENTARIO  
UTILIZANDO TECNOLOGÍA RFID PARA LA UNIDAD DE  
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS  
AMÉRICAS.

AUTORES

Mishell Alejandra Cuñas Cuñas

Erick Ulises Rea Arias

AÑO

2018



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INVENTARIO UTILIZANDO  
TECNOLOGÍA RFID PARA LA UNIDAD DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA  
DE LA UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS.

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingenieros en electrónica y redes de  
información.

Profesor Guía

Mdhd. Héctor Fernando Chichero Villacis

Autores

Mishell Alejandra Cuñas Cuñas

Erick Ulises Rea Arias

Año  
2018

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

"Declaro haber dirigido el trabajo, implementación de un sistema de inventario utilizando tecnología RFID para la unidad de innovación tecnológica de la Universidad de las Américas, a través de reuniones periódicas con los estudiantes Mishell Alejandra Cuñas Cuñas, Erick Ulises Rea Arias, en el semestre 2018-2, 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".

---

Héctor Fernando Chinchero Villacis  
Máster en Domótica y Hogar Digital  
C.I: 1715451330

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

"Declaramos haber revisado este trabajo, implementación de un sistema de inventario utilizando tecnología RFID para la unidad de innovación tecnológica de la Universidad de las Américas, de Mishell Alejandra Cuñas Cuñas, Erick Ulises Rea Arias, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

---

David Fernando Pozo Espín  
Máster en Automática y Robótica  
CI: 1717340143

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LOS ESTUDIANTES**

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra 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.”

---

Mishell Alejandra Cuñas Cuñas

C.I: 1722951157

---

Erick Ulises Rea Arias

C.I: 1004655427

### **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por las oportunidades, a mis padres por la confianza en cumplir este sueño. Al Ing. Héctor Chinchero y Ing. David Pozo por la asesoría en el desarrollo de la tesis. A Erick Rea por el respaldo, el esfuerzo, entusiasmo y los conocimientos. A mi novio por el apoyo brindado.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a los Ing. Héctor Chinchero y David Pozo quienes nos brindó su experiencia y conocimientos, además a mi amiga Alejandra Cuñas quien motivo, ayudo y respaldo para la construcción de ideas claras y empeño.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación a mi madre por su entrega, amor y enseñarme que para alcanzar los sueños se requiere sacrificio y coraje, a mi padre por sus consejos y a mi hermano Jonathan que es mi inspiración.

## **DEDICATORIA**

Dedico el trabajo de titulación a todas aquellas personas que confiaron en mí y me guiaron en mi formación académica, en especial a mi tía Gabriela Rea que con su apoyo incondicional y sabiduría me fortaleció para alcanzar mis sueños.

## **RESUMEN**

En el presente trabajo de titulación se implementa un sistema de inventario mediante tecnología RFID, con la finalidad de proporcionar un control de la entrada y salida de los elementos que forman parte la Unidad de Innovación Tecnológica de la Universidad de las Américas.

En la implementación del sistema de inventario se utiliza elementos como: Lector-Antena RFID, etiquetas pasivas RFID, Rapsberry Pi y una máquina virtual en el data center experimental.

En el capítulo I se define principios matemáticos que utiliza la tecnología RFID, por otra parte, se describe el funcionamiento, clasificación y características de los elementos que conforman el sistema RFID.

En el capítulo II se describe la implementación del sistema de gestión de inventario, los requerimientos de hardware y software solicitados por el coordinador de la Unidad de Innovación Tecnológica y el proceso que debe seguir el administrador y el usuario al momento de utilizar el sistema.

En el capítulo III se analiza el funcionamiento de los equipos y el software que integra el sistema de gestión de inventario.

Finalmente, en el capítulo IV se presenta las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo de la implementación.

## **ABSTRACT**

In the present titling work is implemented an inventory system by RFID technology, to provide control of entry and exit of the elements that are part of the Technological Innovation Unit of Universidad de las Américas.

In the implementation of the inventory system it uses elements such as: Reader-Antenna RFID, passive RFID tags, Raspberry Pi, and a virtual machine in the experimental data center.

Chapter I defines mathematical principles that it uses RFID technology, on the other hand, described the performance, classification and characteristics of elements that are part of the RFID system.

Chapter II describes the implementation of the inventory management system, the hardware and software requirements requested by the person in charge of the Technological Innovation Unit and the process that administrator and user must follow when using the system.

Chapter III analyzes the correct functioning of the equipment and software that integrates the inventory management system.

Finally, chapter IV presents the conclusions and recommendations obtained in the development of the implementation.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
Alcance .....	3
Justificación.....	4
Objetivos .....	5
Objetivo general .....	5
Objetivos específicos.....	5
<b>1. CAPÍTULO I. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS.....</b>	<b>6</b>
1.1. Funcionamiento de Sistemas RFID.....	6
1.1.1. Modulación y Codificación.....	6
1.1.2. Comunicación entre el lector y la etiqueta .....	7
1.1.3. Comunicación entre la etiqueta y el lector .....	7
1.2. Clasificación de Sistemas RFID .....	8
1.2.1. Rango de frecuencia .....	8
1.2.1.1. Bandas RFID de baja frecuencia.....	9
1.2.1.2. Bandas RFID de alta frecuencia.....	10
1.2.2. Modo de comunicación .....	12
1.2.3. Principios de propagación .....	13
1.2.4. Fuente de energía .....	14
1.2.5. Capacidad de Programación.....	16
1.3. Elementos que conforman el sistema RFID.....	17
1.4. Especificaciones Técnicas .....	19
1.4.1. Raspberry PI .....	19
1.4.2. Módulo RFID – RC522.....	21
1.4.3. Base de Datos .....	22
1.4.4. Lenguajes de Programación .....	23
<b>2. CAPÍTULO II. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN ....</b>	<b>24</b>
2.1. Requerimientos del Hardware.....	24
2.2. Requerimientos del Software del Sistema.....	25
2.3. Diagramas de procesos .....	30
2.3.1 Proceso General del funcionamiento del sistema de gestión de inventario.....	30

2.3.2	Proceso de Elementos Prestados .....	31
2.3.3	Proceso de devolución.....	34
2.3.4	Proceso de reportes .....	37
2.3.5	Proceso de visualización de elementos en el sistema .....	38
2.3.6	Proceso de Agregar elementos en el sistema .....	39
2.3.7	Proceso de Modificar elementos en el sistema .....	40
2.3.8	Proceso de Dar de baja elementos en el sistema.....	41
2.4.	Diagramas de flujo .....	42
2.4.1	Diagrama de Flujo General .....	42
2.4.2	Diagrama de Flujo Añadir Persona.....	44
2.4.3	Diagrama de Flujo Modificar Persona .....	46
2.4.4	Diagrama de Flujo Préstamo Elementos .....	47
2.4.5	Diagrama de Flujo Devolución Elementos.....	49
2.4.6	Diagrama de Flujo Consulta Elementos.....	52
2.4.7	Diagrama de Flujo Reportes .....	54
2.4.8	Diagrama de Flujo Agregar Elemento .....	56
2.4.9	Diagrama de Flujo Modificar Elemento .....	58
2.4.10	Diagrama de Flujo Dar de Baja Elemento .....	60
2.5.	Especificaciones técnicas del sistema de inventario RFID ....	61
2.5.1	Lector-Antena ZK-RFID 101.....	61
2.5.2	Etiqueta Pasiva RFID TE25.....	62
2.5.3	Etiqueta Pasiva RFID Confidex Steelwave Micro .....	63
2.5.4	Raspberry pi 3 B .....	64
2.5.5	Módulo RFID RC522.....	65
2.5.6	Programas de integración de base de datos .....	66
2.5.7	Programa de integración Web.....	68
2.6.	Desarrollo de la implementación .....	68
2.6.1	Instalación del Lector-Antena RFID.....	68
2.6.2	Data Center (Máquina Virtual, SQL Server, Servidor Web).....	69
2.6.3	Cambio de IP Antena RFID .....	73
2.6.4	Raspberry PI con lector RFID-RC522 .....	76
2.6.5	Comunicación entre el Lector Antena RFID y la base de datos .....	78
2.6.6	Configuración de base de datos .....	79
3.	<b>CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	86
3.1.	Equipos adquiridos .....	86

3.1.1. Parámetros seleccionados para el funcionamiento del Lector-Antena .....	86
3.1.2. Detección de etiquetas por Lector/Antena.....	90
3.1.2.1. Etiqueta pasiva TE25.....	90
3.1.2.2. Etiqueta pasiva Confidex Steelwave Micro.....	92
3.1.2.3. Manejo de las etiquetas por parte del usuario. ....	94
3.1.3 Lectura del Módulo RFID.....	96
<b>3.2. Funcionamiento del Sistema.....</b>	<b>99</b>
3.2.1. Agregar Persona .....	99
3.2.2. Modificar Persona.....	101
3.2.3. Préstamo .....	103
3.2.4. Devolución .....	105
3.2.5. Reportes.....	107
3.2.6. Agregar Elementos.....	108
3.2.7. Modificar Elementos.....	110
3.2.8. Dar de Baja .....	112
3.2.9. Buscar elemento.....	113
3.2.10. Correo Electrónico.....	114
<b>4. CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>116</b>
4.1. Conclusiones .....	116
4.2 Recomendaciones.....	117
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>118</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>122</b>

## INTRODUCCIÓN

Un sistema de inventario es considerado un conjunto de políticas y controles utilizados para el monitoreo de artículos disponibles en empresas, dependencias gubernamentales, instituciones educativas. (Capielo y Pirela, 2015).

El desarrollo del sistema de inventario inició en la década de los 50, cuando Toyota implementa el sistema Kanban, el cual controla el inventario a través de tarjetas, las cuales son utilizadas para dividir el proceso productivo en fases y de esta manera poder delegar labores de un modo efectivo. (Toyota, 2015).

Posteriormente, en el año de 1989 en España, se realizó el primer inventario de áreas importantes para aves, este proyecto fue implementado por BirdLife International a nivel mundial, con el objetivo de conservar aproximadamente 314 especies de aves. (Velevski, Hallmann, Grubač, Lisičanec, Stoynov, Lisičanec y Stumberger, 2012)

La compañía taiwanesa Microelectronics Technology desarrolló en el Parque Temático de la Florida un mecanismo que consiste en crear un ID y password en el web site del juego "Horror Unearthed"; de este modo cada jugador podrá adquirir una etiqueta RFID vinculada con el ID registrado. Los lectores estacionarios en todo el parque permitirán que cada jugador cumpla o busque personajes específicos a través de un lector móvil, y que cada punto obtenido será añadido a una cuenta personal. (Jiménez, 2013).

Por otra parte, en Ecuador La Escuela Politécnica del Ejercito en el año 2009 realizo un control de asistencias para estudiantes de modalidad a distancia utilizando tecnología de código de barras, este sistema permite verificar identidad, controlar asistencia, entre otras funcionalidades. (Gualoto y Ortega, 2016).

Además, La Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil se desarrolló un sistema con tecnología RFID para facilitar la gestión bibliotecaria, evitar las

pérdidas de materiales y fuentes de consulta para los alumnos. (Chang y Lozano, 2013).

En la Universidad de las Américas se realizó la implementación de un prototipo utilizando tecnología RFID, orientado a la seguridad de los equipamientos de laboratorios. (Arroyo, 2017).

Finalmente, La Universidad de las Américas en el año 2016 realizó una implementación de un sistema de monitoreo en el data center de la empresa Seguros Oriente S.A, este proyecto tiene como objetivo monitorear los dispositivos que se encuentran en la red basándose en un software libre. (Gavilares, 2016).

## **Alcance**

En la actualidad un sistema de gestión de inventario permite organizar de una manera eficiente varios elementos que se encuentran dentro de oficinas, almacenes, edificios, etc. El presente proyecto busca la implementación de un sistema que realice el inventario de todos los equipos de la Unidad de Innovación Tecnológica de la Universidad de las Américas mediante tecnología RFID.

Se analiza los elementos que forman parte de la implementación del sistema de control de inventario, en los dispositivos RFID se consideran parámetros como: la distancia de lectura, potencia mínima (entre el lector y tags), rango de frecuencia, disponibilidad y capacidad; para la selección del tipo de lector, antena y tags RFID considerando la cantidad de elementos en la UITEC, se describe la comunicación de los dispositivos RFID, los dispositivos de Red, el data center experimental y la aplicación que gestiona el sistema de inventario.

Además, se establece los requerimientos del sistema de gestión de inventario que permite el registro de los elementos de la UITEC. Posteriormente, se selecciona los elementos necesarios para la implementación del sistema de inventario.

Finalmente se realiza un análisis de resultados para verificar el funcionamiento y desempeño del sistema, así como de la aplicación que administra el sistema de inventario.

## **Justificación**

El sistema de gestión de inventario se realiza con el propósito de identificar los elementos que se encuentran en la UITEC, mediante aplicaciones que gestione el inventario y notifique el movimiento de los elementos.

Los principales beneficios de la implementación del sistema de gestión de inventario son:

- Para identificar un elemento no se necesita una línea de vista directa.
- La lectura será rápida y precisa.
- Los datos son capturados en tiempo real obteniendo el registro de fecha y hora de entrada y salida de los elementos.
- Varios elementos pueden ser identificados simultáneamente a través RFID.
- Los tags RFID son menos susceptibles a daños.
- La implementación del sistema de inventario con tecnología RFID permite al coordinador conocer los elementos extraviados.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Implementar un sistema de inventario para el control de los elementos que conforman la Unidad de Innovación Tecnológica de la Universidad de las Américas utilizando tecnología RFID.

### **Objetivos específicos**

- Analizar las características de los elementos que forman parte de la implementación del sistema de inventario.
- Implementar un sistema que permita realizar el registro y el control de las entradas y salidas de los elementos en la Unidad de Innovación Tecnológica.
- Analizar los resultados obtenidos del funcionamiento de los elementos que implementamos en el sistema de gestión de inventario.

## 1. CAPÍTULO I. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS.

En este capítulo se menciona la definición, clasificación y elementos elegidos en el desarrollo del Sistema de inventario RFID.

### 1.1. Funcionamiento de Sistemas RFID

La abreviatura RFID adopta el significado de identificación por radio frecuencia, es decir información llevada por ondas de radio.

Por lo tanto, los sistemas RFID están compuesto por elementos como lectores, antenas, etiquetas, etc. (Atlas RFID Store, 2017).

Los sistemas RFID funcionan mediante etiquetas las cuales generan señales de radiofrecuencia y realizan una comunicación inalámbrica con el lector; de tal modo que toda la información almacenada en el lector se pueda gestionar a través de un controlador.



Figura 1. Diagrama del funcionamiento de los sistemas RFID

#### 1.1.1. Modulación y Codificación

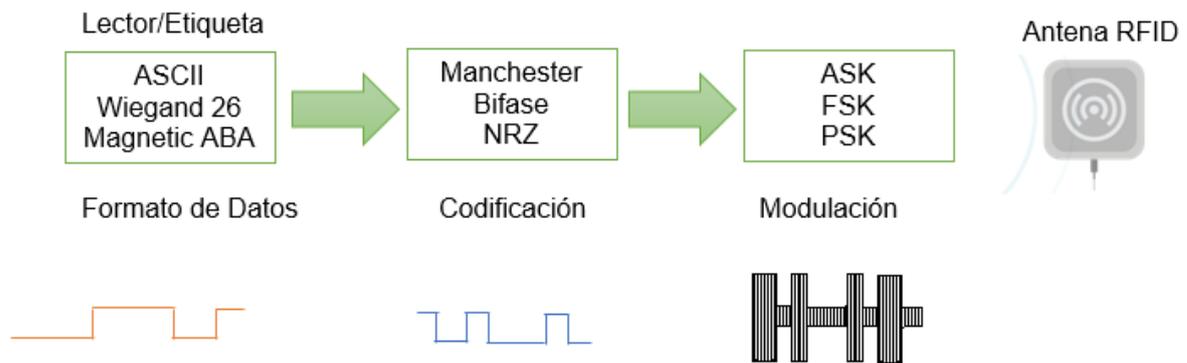
Existen diferentes formatos de datos, codificación y modulación de información en un sistema RFID.

Como formato de datos se tiene: ASCII, Wiegand 26 y Magnetic ABA. Por otra parte, a estos datos se los puede codificar mediante: Manchester, Bifase y NRZ y luego se puede modular por ASK, FSK o PSK.

Por ejemplo: los datos en formato ASCII se codifican mediante Manchester, esta

señal de reloj que en conjunto con la portadora de 915 MHz forman una modulación por desplazamiento de amplitud ASK.

Esta señal es transmitida al receptor que opera con ISO/IEC 18000-6C. (Orosco, 2011).



*Figura 2.* Diagrama de bloques del proceso de transmisión de los sistemas RFID

### 1.1.2. Comunicación entre el lector y la etiqueta

Las etiquetas RFID que se encuentran en la banda de frecuencia de 900-930 MHz, son utilizadas en el área de cobertura de la antena del lector RFID.

Por otro lado, los lectores RFID transmiten señales RF con salto de frecuencia, debido a que los sistemas RFID pasivos no operan a una frecuencia fija. (Orosco, 2011).

### 1.1.3. Comunicación entre la etiqueta y el lector

Las etiquetas RFID es considerado el elemento más importante dentro de un sistema RFID. La señal RF varía dependiendo de la superficie en la que está adherida, por ejemplo: si la etiqueta RFID se adhiere a una superficie metálica la señal RF se refleja, pero si adhiere a una superficie dieléctrica la señal RF puede transmitirse, reflejarse o difractarse. (Orosco, 2011).

## 1.2. Clasificación de Sistemas RFID

Los sistemas RFID se clasifican en:

- Rango de frecuencia
- Modo de comunicación
- Principio de Propagación
- Fuente de energía
- Capacidad de programación

### 1.2.1. Rango de frecuencia

Los dispositivos RFID para realizar una comunicación usan diferentes espectros electromagnéticos, los cuales se clasifican en:

- Bandas RFID de baja frecuencia

Baja Frecuencia (LF)

Alta Frecuencia (HF)

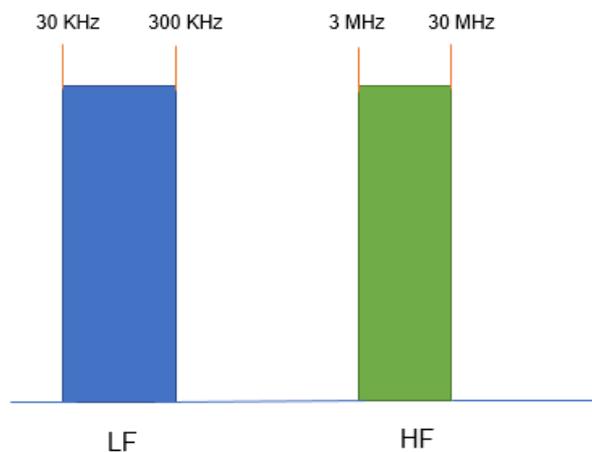
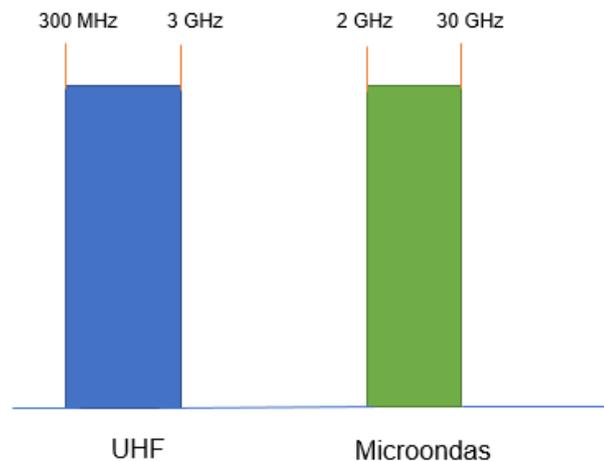


Figura 3. Rango de frecuencias LF y HF

- Bandas RFID de alta frecuencia

Ultra Alta Frecuencia (UHF)

Frecuencia Microonda



*Figura 4.* Rango de frecuencias UHF y Microondas

#### 1.2.1.1. Bandas RFID de baja frecuencia

Las bandas RFID de baja frecuencia corresponde a la frecuencia LF que se encuentra entre los 30 a 300 KHz, por otra parte, los dispositivos RFID operan entre los 125-134 KHz.

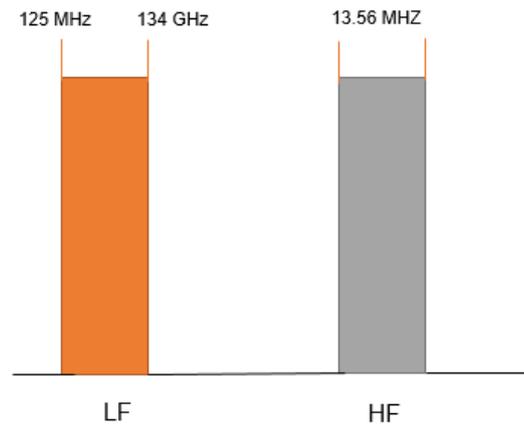
Los sistemas RFID que funcionan en la frecuencia LF son considerados como vulnerables, debido a que las frecuencias LF no tienen mucha pérdida de trayectoria, ni atenúan en distancias cortas.

Los espectros de otros sistemas de comunicación que operan en una frecuencia similar a la frecuencia LF causan altas intensidades de interferencia en los sistemas RFID.

Por otra parte, los sistemas que usan las frecuencias altas como HF opera en los 3 a 30 MHz, mientras que los dispositivos RFID operan en los 13.56 MHz.

La frecuencia HF tiene longitudes de ondas relativamente largas que son capaces de penetrar en el agua y el plástico.

Sin embargo, los sistemas HF que operan en entornos metálicos se verán afectados negativamente en su desempeño, debido a que el metal es considerado un reflector electromagnético. (Hunt, Puglia y Puglia, 2006).



*Figura 5.* Rango de frecuencia en la que operan los dispositivos RFID según la frecuencia LF y HF

#### **1.2.1.2. Bandas RFID de alta frecuencia**

Los sistemas que usan frecuencias UHF operan entre los 300 MHz a 3 GHz, mientras que los dispositivos RFID operan alrededor de los 860 a 960 MHz.

Los sistemas RFID UHF funcionan a través de señales de emisión directas desde el transmisor al receptor, por esta razón tienen un rango de lectura más amplia entre los 3 a 15 metros. Además, poseen un alto rendimiento en la velocidad de lectura de datos.

Por otra parte, las frecuencias microondas operan entre los 2 a 30 GHz y los dispositivos RFID tienen una frecuencia de 2.45 GHz.

Las frecuencias microondas poseen una forma más compleja de modulación llamada salto de frecuencia.

Esta modulación consiste en asegurar que la intensidad de la señal sea lo suficientemente alta, para ofrecer largas distancias de lectura y una alta velocidad de transmisión (Hunt, Puglia y Puglia, 2006).

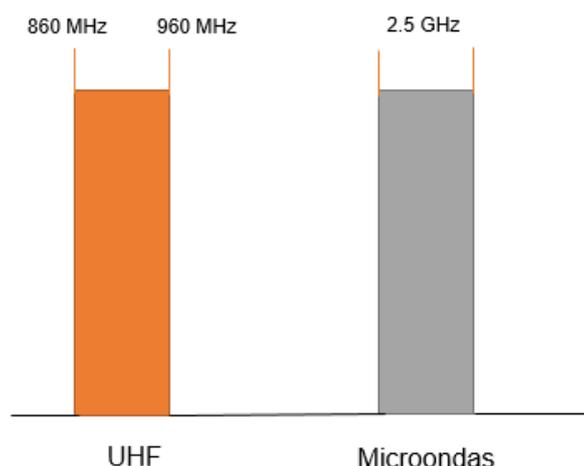


Figura 6. Rango de frecuencia en la que operan los dispositivos RFID según la frecuencia UHF y Microondas

Tabla 1.

Características de la clasificación de los sistemas RFID según el rango de frecuencia.

Características	LF	HF	UHF	Microondas
Rango de frecuencia	30-300 KHz	3-30 MHz	300 MHz- 2 GHz	2-30 GHz
Rango de frecuencia RFID	125-134 KHz	13.56 MHz	860-960 MHz	2.5 GHz
Velocidad	< 1 Kbps	25 kbps	Hasta 640 Kbps	No determinado
Ventajas	Comportamiento aceptable en agua y metal	Ondas penetran agua y plástico	Rango de lectura amplio. Altas velocidades de lectura de datos	Modulación salto de frecuencia.
Desventajas	Baja velocidad. Cortas distancias	Ondas no penetran el metal	Susceptibles al agua y el metal	Ondas se atenúan en el agua
Distancias de tags	Tags pasivos <0.5 m	Tags pasivos Hasta 2 m	Tags pasivos 6 m	Tags activos > 15 m Tags pasivos < 2 m

Tomado de: Puma y Torres, 2014.

### 1.2.2. Modo de comunicación

Los sistemas RFID se clasifican según su protocolo de comunicación en:

- **Half Duplex**

En el proceso de comunicación Half Duplex se produce de forma alterna, debido a que el lector RFID genera pulsos magnéticos cortos.

Mientras que el condensador dentro de la etiqueta RFID se carga de forma inalámbrica y con la potencia almacenada envía el identificador de la etiqueta RFID al lector.

La comunicación Half Duplex tiene un tiempo de pulso de carga de 20 ms, esto permite una velocidad de 14 escaneos por segundo.

Además, es posible acortar el tiempo de pulso de carga para aumentar la velocidad hasta 28 escaneos por segundo, pero se debe tomar en cuenta que en ocasiones la etiqueta no se carga por completo. (Stellaractive, 2018).

- **Full Duplex**

En la comunicación Full Duplex, el lector genera un campo magnético continuo, el cual activa la etiqueta RFID para que esta responda inmediatamente, es decir que la comunicación se transmite al mismo tiempo.

Por otra parte, se produce esta comunicación debido a que el transpondedor transmite a una frecuencia diferente a la del lector RFID. (Stellaractive, 2018).

- **Secuencial**

En el proceso de comunicación Secuencial existen intervalos de tiempo en que el lector no genera un campo electromagnético, por lo cual la etiqueta se alimenta de forma intermitente.

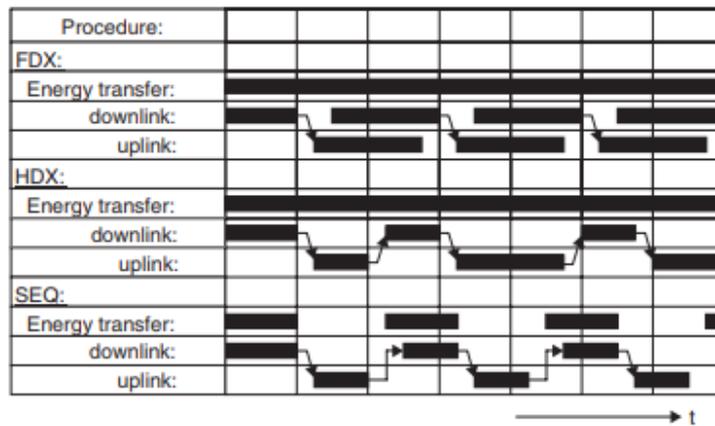


Figura 7. Esquemas de modo de comunicación Half Duplex, Full Duplex y Secuencial.

Tomado de: Finkenzeller, 2010.

### 1.2.3. Principios de propagación

El acoplamiento electromagnético que se produce entre una etiqueta RFID y un lector RFID se divide en:

- **Inductivo**

En la propagación inductiva, la antena RFID crea un campo magnético para poder energizar la etiqueta RFID, por lo cual la etiqueta crea una perturbación en el campo magnético y de esta manera el lector puede recolectar y decodificar la información emitida por la etiqueta. (Smiley, 2017).

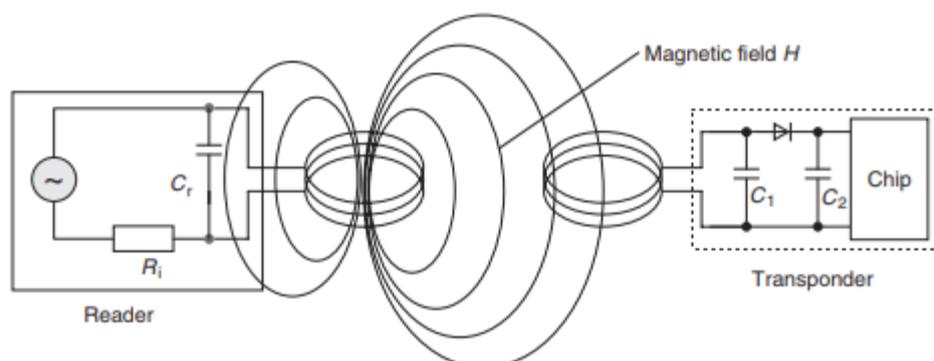
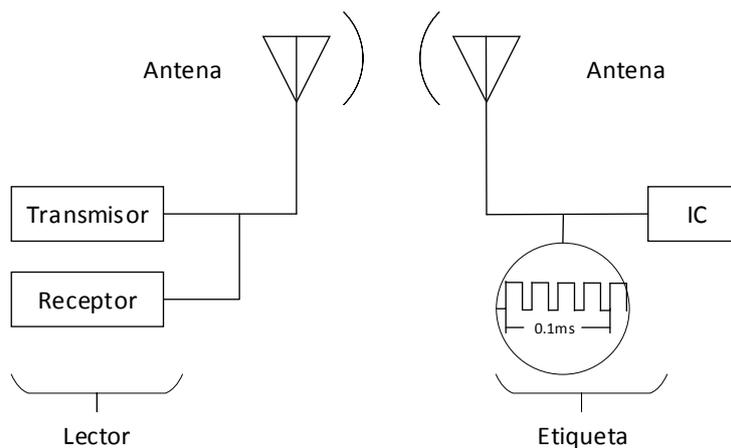


Figura 8. Campo electromagnético generado por el lector.

Tomado de: Finkenzeller, 2010.

- **Capacitivo**

En el proceso de propagación capacitiva se realiza la retro dispersión que consiste en que la antena RFID utiliza acoplamiento capacitivo para energizar la etiqueta RFID, luego la etiqueta devuelve una parte de la energía transmitida por la antena al lector. (Smiley, 2017).



*Figura 9. Acoplamiento Capacitivo.*

#### 1.2.4. Fuente de energía

Las etiquetas o tags RFID utilizan fuentes de energía para su funcionamiento, estas fuentes se clasifican en:

- **Activas**

Las etiquetas RFID activas contienen un transmisor y una fuente de energía propia por lo general tiene una batería interna.

La fuente de energía garantiza el funcionamiento del microchip que emite una señal al lector de radio frecuencia. (Journal RFID ESPAÑOL, s.f).

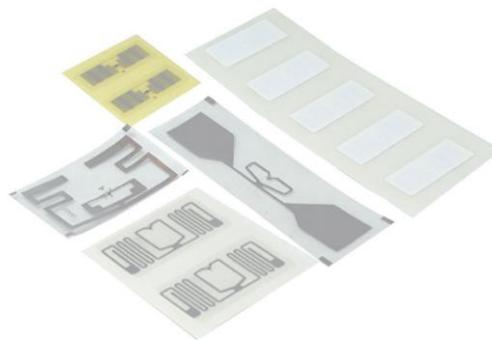


*Figura 10.* Etiqueta RFID Activa.

Tomado de: Dipole, s.f.

- **Pasivas**

Las etiquetas pasivas no tienen una batería interna, estas etiquetas obtienen energía a través del lector, debido a la transmisión de ondas electromagnéticas que inducen corriente a la etiqueta.



*Figura 11.* Etiqueta RFID Pasiva.

Tomado de: GRUPMICROS, 2017

- **Semiactivas**

Las etiquetas semi-activas emplean una batería interna para el funcionamiento de los circuitos del microchip, pero la comunicación lo realizan obteniendo energía del lector (Journal RFID ESPAÑOL, s.f).



*Figura 12.* Etiqueta RFID Semi-Activas.

Tomado de:ALGA RFID, s.f

### 1.2.5. Capacidad de Programación

Las etiquetas RFID según su capacidad de programación se clasifican en:

- **Solo lectura**

Las etiquetas RFID con programación de solo lectura poseen un código de identificación único, por lo que las aplicaciones para estas etiquetas son limitadas, debido a su tipo de programación no son reutilizables. (Puma y Torres, 2014).



*Figura 13.* Diagrama de una memoria de solo lectura.

- **Una escritura y múltiples lecturas**

Estas etiquetas pueden reprogramarse solo una vez, pueden ser utilizadas en distintas aplicaciones y para leerlas es necesario que estén en una zona adecuada de cobertura. (Puma y Torres, 2014).

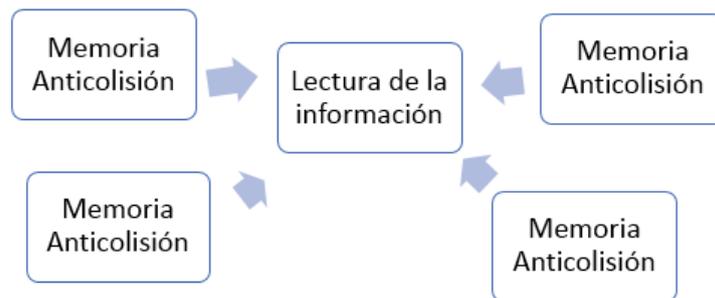


Figura 14. Diagrama de una memoria de escritura y múltiples lecturas.

- **Lectura y escritura**

Las etiquetas RFID de lectura y escritura permiten modificar el código de identificación.

Las etiquetas se deben encontrar dentro del campo magnético del lector para realizar el proceso de escritura, si la etiqueta RFID es pasiva recibe energía del lector y transmite los datos, por último, el lector emite una señal con la información modificada y será guardada en la memoria de la etiqueta. (Puma y Torres, 2014)

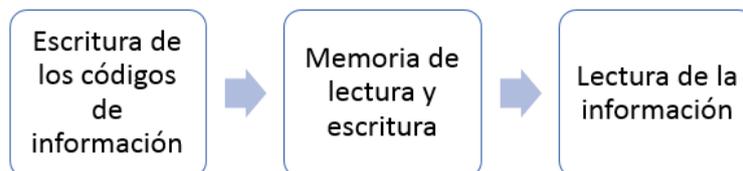


Figura 15. Diagrama de una memoria de lectura y escritura.

### 1.3. Elementos que conforman el sistema RFID

En un sistema RFID se utilizan varias tecnologías de comunicación, con el fin de identificar de manera única algún objeto.

Existen tres elementos básicos que conforman un sistema RFID:

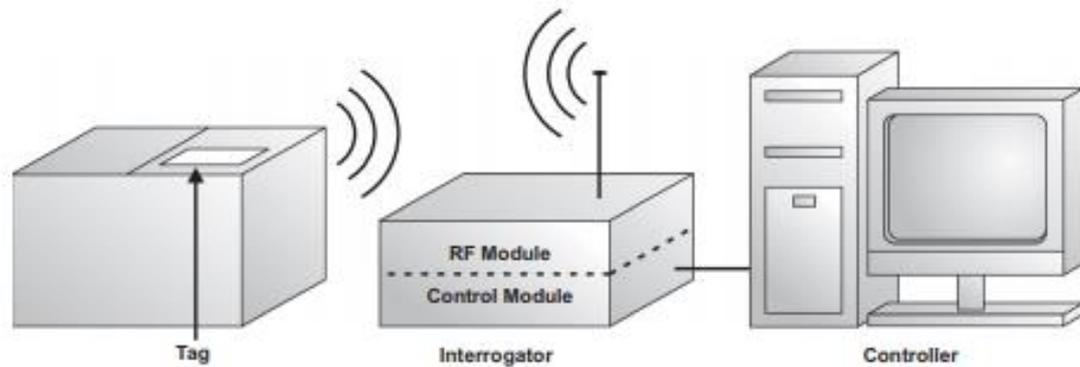


Figura 16. Diagrama de bloques de un Sistema Básico RFID.

Tomado de: Hunt, Puglia y Puglia, 2006.

- **Las etiquetas o tags RFID**

Las etiquetas RFID son conocidas como transpondedores, normalmente consiste en un elemento de acoplamiento y un microchip electrónico.

Es considerado el dispositivo que transporta datos en tiempo real en un sistema RFID.

El transpondedor solo se activa cuando se encuentra dentro de la zona de interrogación del lector.

Mientras que la potencia requerida para activar las etiquetas RFID se suministra a través de varios métodos como la unidad de acoplamiento o los pulsos de sincronización. (Finkenzeller, 2010).

- **Un interrogador o lector de radio frecuencia.**

El interrogador, dependiendo del diseño utilizado, puede ser de lectura o de lectura y escritura.

Un interrogador tiene un módulo de radiofrecuencia, una unidad de control y un elemento de acoplamiento al transpondedor.

Además, la mayor parte de lectores están equipados con interfaces como: RS 232, RS 485, etc.

Estas interfaces permiten reenviar los datos recibidos a un sistema que puede gestionar los datos y convertirlos en información (Hunt, Puglia y Puglia, 2006).

- **Un controlador o una estación de trabajo (Computadora).**

Un controlador es considerado un host el cual recibe la información de uno o varios lectores, de esta manera puede enviar órdenes para que el lector realice un determinado proceso.

## 1.4. Especificaciones Técnicas

Se describe las especificaciones técnicas de algunos elementos que interactúan con el sistema de inventario

### 1.4.1. Raspberry PI

La selección de un Raspberry pi se realiza tomando en cuenta los siguientes parámetros: modelos, performance, utilidad y costo.

Tabla 2.

*Modelos de Raspberry Pi.*

Modelo	RAM	USB sockets	Puertos Ethernet	
<b>3B</b>	1 GB	4	Si	Incluye Wifi
<b>Zero</b>	512 MB	1 (micro)	No	Bajo Costo
<b>2B</b>	1 GB	4	Si	Quad-core
<b>A+</b>	256 MB	1	No	
<b>B+</b>	512 MB	4	Si	Descontinuado
<b>A</b>	256 MB	1	No	Descontinuado

Adaptado de: Monk, 2016.

En la tabla 2 se observa las características de cada modelo de Raspberry, se puede decir que el modelo 3 B es óptimo.

El Raspberry pi 3 B, tiene la capacidad de descargar cantidades grandes de información a través de su procesador, memoria RAM y medios de comunicación de Red o Wifi. Además, consume 5V a 700mA de energía eléctrica. (Monk,

2016).

- **Características Raspberry Pi 3B**

Se detalla las principales características técnicas de un Raspberry Pi 3B:

- **Pantalla**

El Raspberry Pi 3B soporta los siguientes tipos de conexiones de pantalla o monitor:

- HDMI y video Compuesto
- Solo HDMI

- **HDMI**

Permite tener una resolución de hasta 1080 pixeles y audio digital al mismo instante. Si el tipo de conexión es DVI-D o DVI-A es necesario un conversor HDMI a DVI para obtener las características indicadas. (Cox y Lawrence, 2018).

- **Salida de Audio**

La salida de audio análoga proporciona la conexión de audífonos o parlantes.

- **Conector de Red**

Para la conexión de la red tiene un puerto Ethernet, se puede obtener una dirección IP estática o dinámica. (Cox y Lawrence, 2018).

- **Tarjeta de Wifi y Bluetooth**

El Wifi se maneja con la norma 802.11n y Bluetooth es versión 4.1 para proyectos de esta complejidad. (Cox y Lawrence, 2018).

- **Puertos USB**

El puerto USB 2.0 es utilizado para periféricos como el teclado y mouse, además para conectar dispositivos de almacenamiento. (Cox y Lawrence, 2018).

- **Micro USB de energía**

El Micro USB proporciona 5 [V] entre 1000 o 1500 mA al Raspberry pi para su funcionamiento.

- **Conectores GPIO**

En la tarjeta o placa se encuentran 40 pines o clavijas, sirven para el uso de dispositivos adicionales de lectura o escritura de datos, por medio de sensores o elementos electrónicos. (Cox y Lawrence, 2018).

#### **1.4.2. Módulo RFID – RC522**

El módulo lector RFID-RC522 utiliza un sistema de modulación y demodulación en un rango de frecuencia baja de 13.56 MHz, para tags o tarjetas con la norma ISO 14443, el mínimo voltaje es 3.3 [V] de alimentación.

El dispositivo tiene comunicación a través del protocolo SPI (Serial Peripheral Interface), además con SPI se realiza la transferencia de información bit a bit a través de los pines de conexión MISO, MOSI, SCK y RST. (Martínez, Palacios y Hernandez, 2015).

- **MOSI (Master Out Slave In):** Línea utilizada para llevar los bits que provienen del maestro hacia el esclavo.
- **MISO (Master In Slave Out):** Línea utilizada para llevar los bits que provienen del esclavo hacia el maestro.
- **SCK (Clock):** Línea proveniente del maestro encarga de enviar la señal de reloj para sincronizar los dispositivos e inicial al dispositivo esclavo.
- **RST:** Reset

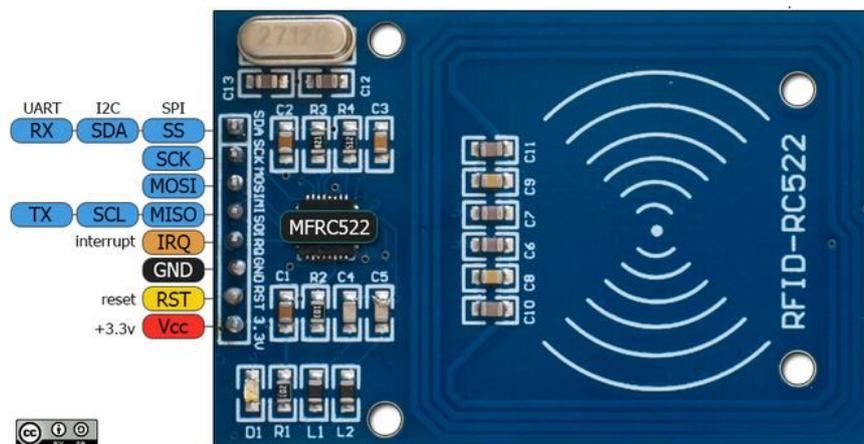


Figura 17. Módulo Lector RFID-RC522 pin outs

Tomado de : Patagoniatec, 2016.

### 1.4.3. Base de Datos

Una base de Datos es la representación a nivel integrado de una colección de datos estructurados.

Contiene un diseño lógico de un conjunto de entidades, instancias e interrelaciones de un sistema de información.

Una base de datos brinda gestión de información con el fin de utilizar los datos de una forma compartida por todos los usuarios de una organización. (Capacho y Nieto, 2017).

- **Microsoft SQL Server**

Es un sistema de administración y análisis de bases de datos. Microsoft SQL Server ofrece soluciones de comercio electrónico, línea de negocio y almacenamiento de datos. (Microsoft, 2015).

- **MySQL**

Es un sistema de administración de base de datos relacionales rápido, robusto y fácil de uso, además se adapta a la administración de datos en entornos de red en arquitecturas cliente/ servidor. (Thibaud, 2006).

- **Maria db**

Maria DB es una liberación binaria en conjunto de MySQL, pero con un rendimiento similar a MySQL 5.5 (gracias al motor XtraDB) (MariaDB, s.f).

Los tiempos de respuesta que proporciona MariaDB pueden ser diferentes y en muchos casos más rápido que MySQL.

Por otra parte, no es posible utilizar una única biblioteca de motor de almacenamiento binario con MariaDB, debe ser compatible con la versión de MariaDB.

Esto se debe a que la estructura del servidor interno (THD) es diferente entre MySQL y MariaDB (MariaDB, s.f).

- **Raspbian**

El sistema operativo del Raspberry se denomina Raspbian, es un software de código libre.

Raspbian está diseñado específicamente para el Raspberry Pi. (Harrington, 2015).

#### 1.4.4. Lenguajes de Programación

- **Visual Studio**

Es una plataforma de lanzamiento creativa en la que se observa y edita casi cualquier tipo de código.

Por otro lado, la plataforma Visual Studio puede depurar, crear y publicar aplicaciones para Android, iOS, Windows, la web y la nube.

Además, hay versiones disponibles para Mac y Windows. (Microsoft, 2018).

- **C#**

Es un lenguaje que posee seguridad de tipos y orientado a objetos, permite a los desarrolladores crear una gran variedad de aplicaciones seguras y sólidas que se ejecutan en Framework .NET.

Puede usar C# para crear aplicaciones, cliente de Windows, servicios web XML,

componentes distribuidos, aplicaciones cliente-servidor, aplicaciones de base de datos, etc. (Microsoft, 2015).

- **Python**

Python es un lenguaje de programación fácil de aprender, cuenta con estructuras de datos eficientes y de alto nivel.

Por otro lado, tiene un enfoque simple y efectivo con respecto a la programación orientada a objetos.

Este lenguaje es ideal para scripting y desarrollo rápido de aplicaciones en diversas áreas y sobre la mayoría de las plataformas.

Además, el intérprete de Python y la extensa biblioteca estándar están a libre disposición de código fuente para las principales plataformas desde el sitio web de Python. (Python, 2017).

## **2. CAPÍTULO II. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN**

En el presente capítulo se establece los requerimientos de hardware y software del sistema de gestión de inventario. Posteriormente, se selecciona los elementos adecuados para la implementación del sistema. Por último, se procede a instalar y verificar la funcionalidad de los elementos.

### **2.1. Requerimientos del Hardware**

En esta sección se describe los requerimientos de hardware, que deben tener los equipos para el funcionamiento del sistema de inventario.

#### **Data Center Experimental**

El Data Center Experimental se ejecuta a través de una máquina virtual, la cual debe tener el sistema operativo Windows Server 2012.

La máquina virtual debe contar con programas como:

- Microsoft SQL Server  
En la máquina virtual se debe ejecutar un servicio de Windows como:
- Conexión y Lectura de la Antena RFID: Este servicio contiene los

comandos necesarios para la conexión de la Antena RFID, además lectura de los tags que detecta la Antena-Lector RFID; y almacena en la base de datos el identificador, la fecha y la hora de los tags RFID.

Se debe ejecutar en segundo plano y de manera automática.

### **Antena-Lector RFID**

- La Antena-Lector RFID debe estar ubicada en la puerta de ingreso de la UITEC.
- Detectar los tags pasivos en un rango de 1.5 metros.
- La Antena-Lector RFID transfiere la información almacenada en los tags RFID a la base de datos mediante protocolo TCP/IP.

### **Tags RFID**

- Se debe colocar alrededor de 300 tags en los equipos de la UITEC.
- Se debe colocar tags pasivos que no tienen interferencias con el metal en equipos eléctricos electrónicos.

### **Computadora del Administrador**

- La Computadora del Administrador debe tener conexión a internet.
- El Administrador puede ingresar al sistema mediante una IP Local.
- El administrador puede interactuar con la aplicación.

## **2.2. Requerimientos del Software del Sistema**

En esta sección se describe los requerimientos de software, que debe tener el sistema de gestión de inventario.

### **Préstamo de Elementos**

- El administrador antes de realizar el préstamo debe verificar el estado del elemento y que la persona que solicita el préstamo se encuentre registrada.
- El administrador puede acceder a una aplicación Web mediante una IP local.
- El sistema de gestión de inventario debe iniciar con una ventana Login en la cual se ingresa la cuenta y contraseña del administrador.

- Una vez dentro del sistema el administrador debe seleccionar la opción Persona y añadir los datos del usuario y registrar el identificador del carnet del usuario en caso de que no se encuentre registrado.
- Luego seleccionar en la página Web la opción Préstamos.
- A continuación, se debe seleccionar el tipo de préstamo, puede ser interno o externo, adicionalmente seleccionar el nombre de la persona a la que se le realice el préstamo.
- Se debe escoger el motivo por el cual el usuario requiere el elemento de la UITEC; si entre las opciones selecciona el ítem Otra deberá colocar la materia o proyecto al que se le asigna el elemento.
- Luego verificar la identidad del usuario mediante el carnet.
- El administrador puede buscar y luego seleccionar los elementos de la UITEC.
- El administrador debe seleccionar el estado de entrega que puede ser: Normal, Optimo, Dañado.
- Al guardar los cambios se debe actualizar la base de datos; el elemento debe cambiar de estado Disponible a Prestado.
- El administrador y el usuario reciben un correo electrónico en el cual se detalla las características de los elementos prestados.

### **Devolución de Elementos**

- Administrador puede ingresar a la aplicación web mediante una IP local.
- El administrador debe ingresar un usuario y una contraseña válida para poder ingresar en el sistema de control de inventario.
- En la pestaña Devoluciones.
- El administrador puede buscar por apellido, cédula del usuario o por el nombre del elemento que fue prestado.
- El administrador selecciona el elemento que el usuario va a devolver.
- El administrador debe verificar la identidad del usuario que devuelve el objeto prestado.
- A continuación, el administrador debe colocar un check en la opción estado si el elemento devuelto se encuentra en buen estado, si no es el

caso el administrador no debe colocar el check.

- Si el administrador encuentra una observación del elemento, Ejemplo está dañado, el procede a dar clic en el botón Observaciones y escribir los inconvenientes en el campo de texto.
- El administrador actualiza la información en la base de datos presionando el botón Guardar.
- Cambios de Estado de Devolución:  
Prestado -> Disponible  
Estado de Elemento: Optimo -> Dañado
- El administrador y el usuario reciben un correo electrónico en el cual se detalla las características de los elementos devueltos.

## **Persona**

- El administrador puede ingresar a la aplicación web mediante una IP local.
- En el sistema de gestión de inventario se debe ingresar con un usuario y una contraseña valida.
- En la pestaña Persona, se debe seleccionar la opción Agregar persona se debe añadir toda la información solicitada como: nombres, apellidos, número de identificación, teléfonos, correo electrónico, etc.
- El administrador debe sostener el carnet del usuario encima del módulo RFID por unos segundos y de esta manera se añade de manera automática el número de identificación del carnet.
- El administrador puede observar que cuando el módulo RFID obtiene la información el icono cambia de color rojo a color verde.
- Si el administrador registro una identificación incorrecta, se debe presionar el botón leer.
- El administrador debe almacenar toda la información en la base de datos dando clic en el icono del botón Guardar.

## **Modificar Persona**

- El administrador puede ingresar a la aplicación web mediante una IP local.

- Debe colocar un usuario y una contraseña válida para ingresar al sistema
- Seleccionamos la pestaña Persona y escogemos la opción Modificar Persona
- En esta ventana el administrador debe buscar al usuario por número de cédula.
- Toda la información se traslada a cuadros de texto en donde se puede editar.
- El administrador debe guardar toda la información modificada dando clic en el icono del botón Guardar.
- La base de datos actualiza toda la información guardada.

### **Reporte de Elementos**

- Administrador puede ingresar a la aplicación web mediante una IP local.
- Para acceder al sistema el Administrador debe ingresar un usuario y una contraseña valida.
- En la pestaña de Reportes
- debe seleccionar la fecha inicial y la fecha final en la que se realizó el préstamo o devolución.
- El administrador debe presionar el botón “Buscar”
- Se muestra una tabla con la información requerida.
- El administrador puede tener un documento de tipo PDF.
- El administrador puede descargar el archivo PDF de préstamo como un archivo de devolución.

### **Consulta de Equipos**

- Acceder a la Pestaña CRUD Sistema.
- El administrador debe escribir en las cajas de texto el Nombre del Elemento, Marca o Modelo según la búsqueda que desee realizar.
- El administrador presiona en el botón “Buscar” para desplegar en una tabla las características del Elemento Buscado.

### **Agregar Elementos**

- Administrador puede ingresar a la aplicación web mediante una IP local.
- El administrador debe ingresar a través de un Login en la página web.
- Acceder a la pestaña CRUD Sistema.
- Seleccionar la opción “Agregar Elementos”.
- El administrador debe añadir la información del Elemento en los campos de texto del formulario (Nombre, Código Udla, Ubicación, Numero de Serie, Tipo de Elemento) además el ID del Tag.
- El administrador debe cargar la fotografía del Elemento en la opción Fotografía.
- Seleccionar la imagen que debe adjuntar del elemento.
- El administrador debe almacenar la información en la base de datos presionando el icono del botón Guardar.

### **Editar Elementos**

- Administrador puede ingresar a la aplicación web mediante una IP local.
- El sistema de gestión de inventario se debe iniciar con una ventana Login en la cual se debe ingresar la cuenta y contraseña del administrador.
- En la página web debe seleccionar la opción CRUD Sistema
- Debe elegir la opción Modificar Elementos.
- Puede Escribir el nombre del elemento y presionar el botón Buscar.
- En el Gried View se puede visualizar la información del elemento.
- Modificar los parámetros necesarios.
- Presionar el botón Modificar.
- La base de datos actualiza la información modificada.

### **Eliminar Elementos**

- Administrador ingresar a la aplicación web mediante una IP local.
- El sistema de gestión de inventario se debe iniciar con una ventana Login en donde se ingresa el usuario y la contraseña valida.

- Luego en la página web debe seleccionar la opción CRUD Sistema
- Debe elegir la opción Dar de baja Elementos
- Puede escribir el nombre del elemento
- Presionar el botón Buscar
- En el Gried View se puede visualizar la información del elemento
- Elegir el elemento a dar de baja
- Presionar el icono del botón Eliminar
- En la base de datos cambia la disponibilidad del elemento de Disponible a no disponible
- Cambia el estado del elemento de Óptimo a Dañado

### **2.3. Diagramas de procesos**

De acuerdo con los requerimientos de hardware y software establecidos, se describe el proceso que debe realizar el administrador y el usuario para el funcionamiento del sistema de gestión de inventario.

#### **2.3.1 Proceso General del funcionamiento del sistema de gestión de inventario**

1. El sistema de gestión de inventario funciona en una máquina virtual que se encuentra en el Data Center experimental.  
Existe un servicio de Windows el cual se ejecuta automáticamente con nombre "Read.sc".
2. La Antena-Lector RFID recibe las instrucciones de los servicios.
3. Los tags RFID envían información a la Antena-Lector acerca del elemento que sale de la UITEC.
4. La Antena-Lector RFID recibe la información de los tags
5. La base de datos almacena la información que envía la Antena-Lector RFID.
6. El administrador recibe una notificación en su correo electrónico acerca de que elemento sale de la UITEC.

7. El administrador puede interactuar con la aplicación Web.
8. Los usuarios pueden realizar un proceso de búsqueda de los distintos elementos de la UITEC.

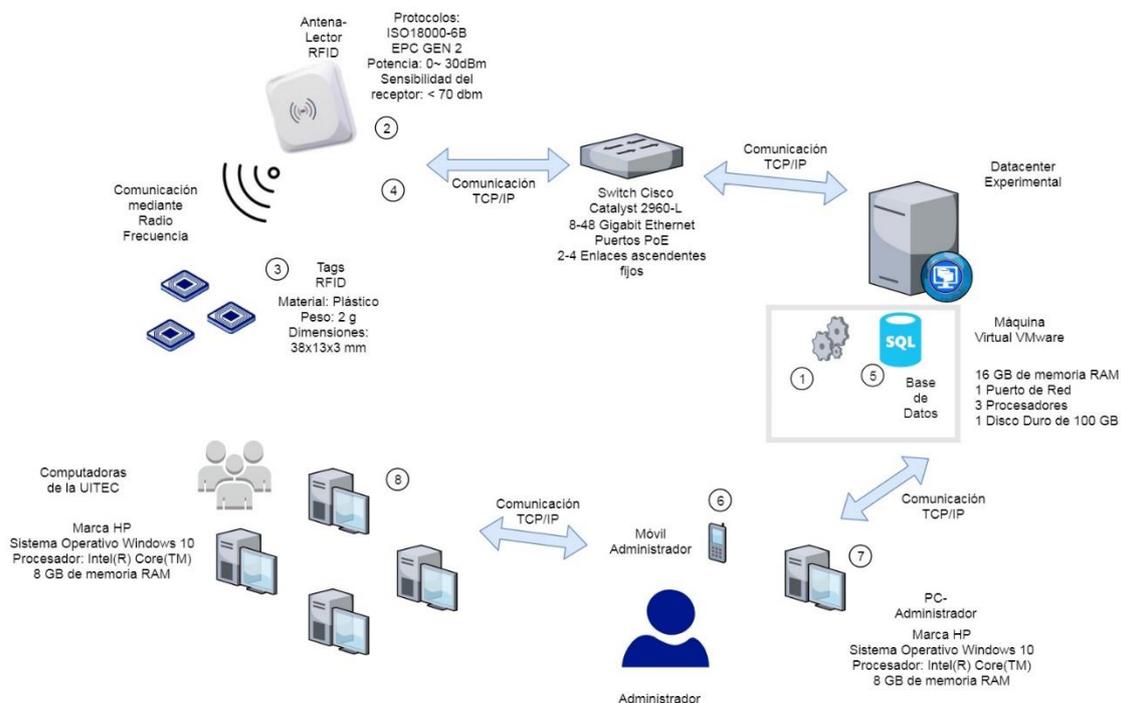


Figura 18. Diagrama del sistema de gestión de Inventario

### 2.3.2 Proceso de Elementos Prestados

El proceso de Elementos Prestados cuenta con varios escenarios como:

**Escenario 1:** El administrador cuenta con los datos de la persona que requiere un préstamo de un elemento de la UITEC.

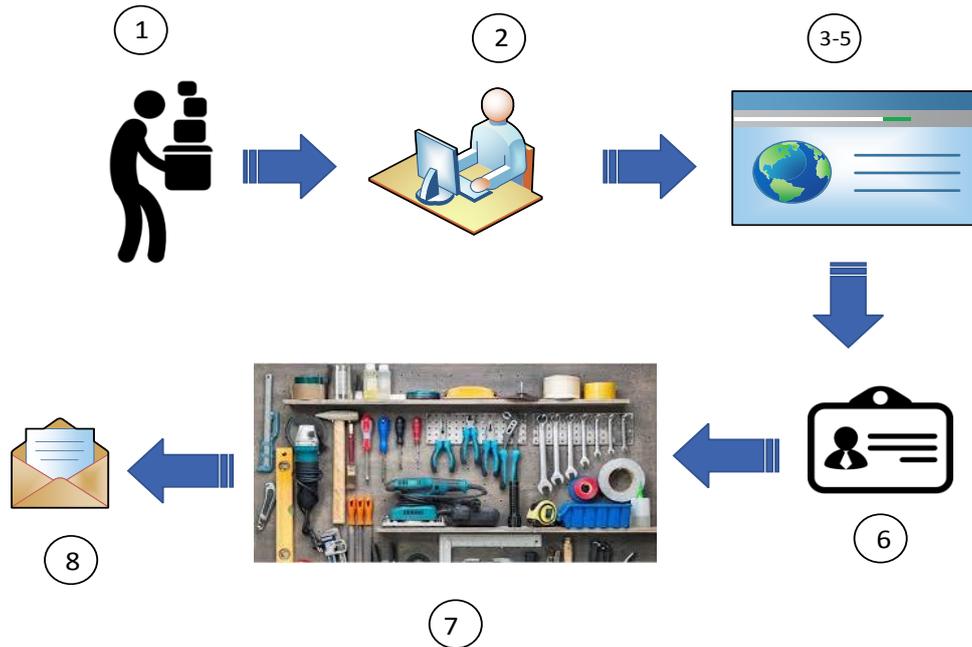


Figura 19. Diagrama del Proceso de Elementos Prestados

#### Usuario

1. Usuario solicita elemento de la UITEC al administrador y se retira de la UITEC

#### Administrador

2. Administrador ingresa a la aplicación web mediante una IP local.

#### Aplicación Web

3. El administrador ingresa el nombre de usuario y la contraseña

4. Selecciona la opción Elementos Prestados
5. Busca el apellido del usuario y visualiza su información. Selecciona el usuario
6. Verifica su identidad mediante el carnet
7. Busca el elemento que se va a prestar. Selecciona el elemento Presiona el botón Guardar
8. La aplicación envía un correo electrónico al usuario.

**Escenario 2:** El administrador no cuenta con los datos de la persona que requiere un préstamo de un elemento de la UITEC.

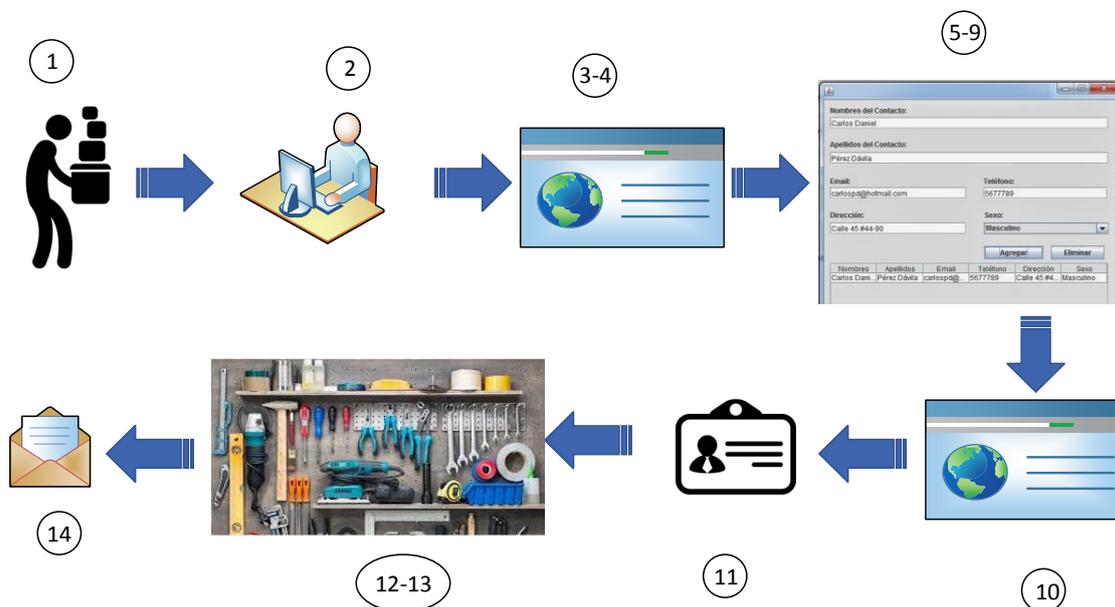


Figura 20. Diagrama de proceso con información para préstamo de Elementos.

### Usuario

1. Usuario solicita elemento de la UITEC al administrador

### Administrador

2. Administrador ingresa a la aplicación web mediante una IP local.  
El administrador registra al usuario

### Aplicación Web

3. El administrador ingresa el nombre de usuario y la contraseña
4. Selecciona la opción Añadir Persona

5. Agrega toda la información del usuario.
6. Añade el número de identificación del carnet del usuario.
7. Presiona el icono del botón guardar
8. Selecciona la opción Prestamos.
9. Busca el apellido del usuario y visualiza su información.
10. Selecciona el usuario
11. Verifica su identidad mediante el carnet
12. Busca el elemento que se va a prestar.

Selecciona el elemento  
13. Presiona el botón Guardar

14. La aplicación envía un correo electrónico al usuario.

**Escenario 3:** El administrador no autorizó la salida de un elemento de la UITEC.



Figura 21. Diagrama de proceso de Elemento no autorizado.

#### Usuario

1. Usuario no solicita al administrador elemento de la UITEC

#### Administrador

2. Administrador recibe una notificación es su correo

electrónico, que un elemento fue retirado de la UITEC.

#### Base de datos

3. Se actualiza la disponibilidad del elemento de Disponible a Extraviado.

### 2.3.3 Proceso de devolución

El proceso de Devolución de Elementos cuenta con varios escenarios como:

**Escenario 1:** El administrador se encuentra presente en la UITEC y el elemento está en buenas condiciones.

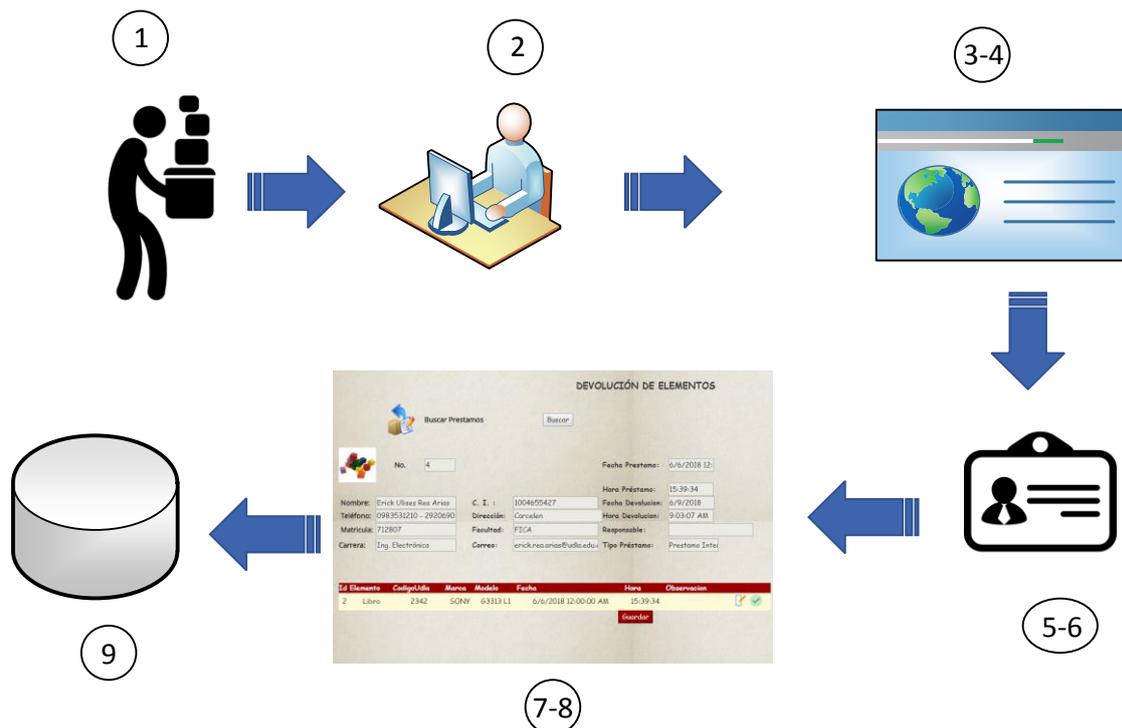


Figura 22. Diagrama de Proceso de Devolución Elementos

### Usuario

1. Usuario quiere devolver el elemento de la UITEC al administrador, ingresa a la UITEC

### Administrador

2. Administrador ingresa a la aplicación web mediante una IP local.

### Aplicación Web

3. El administrador ingresa el nombre de usuario y la contraseña

4. Se busca al usuario mediante el número de cedula.
5. Válida la identidad del usuario mediante el carnet.
6. Se puede visualizar los préstamos que ha realizado ese usuario.
7. Se elige el elemento que va a devolver.
8. Presiona el icono del botón Guardar.
9. La aplicación cambia de estado del Elemento de Prestado a Disponible.

**Escenario 2:** El administrador se encuentra presente en la UITEC y el elemento prestado se encuentra dañado o malas condiciones.

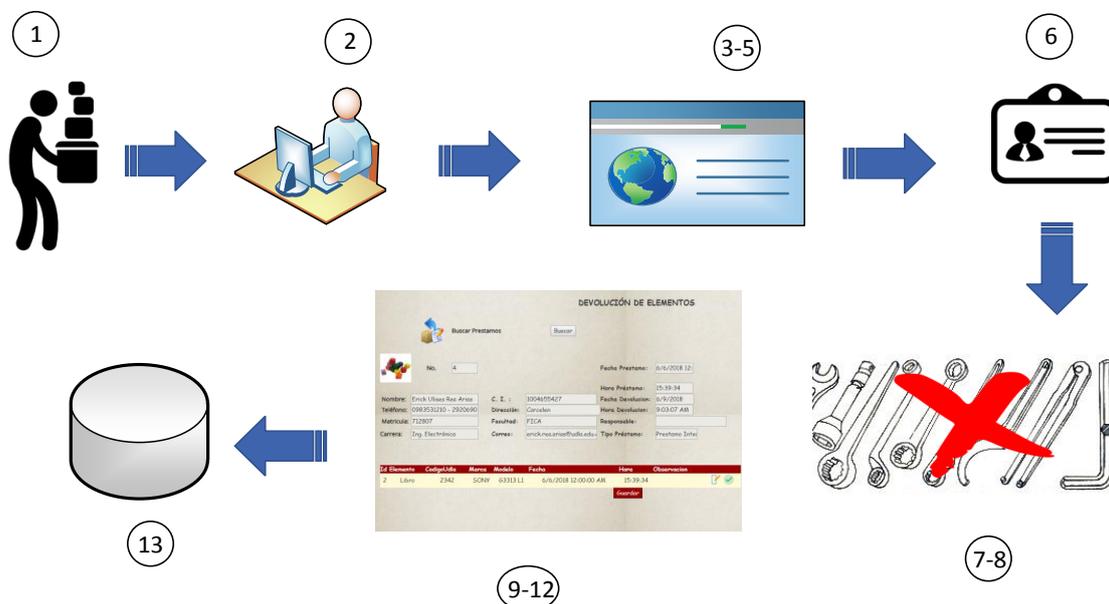


Figura 23. Diagrama de proceso de Devolución de Elementos Dañados

### Usuario

1. Usuario quiere devolver el elemento de la UITEC al administrador, ingresa a la UITEC

### Administrador

2. Administrador ingresa a la aplicación web mediante una IP local.

### Aplicación Web

3. El administrador ingresa el nombre de usuario y la contraseña
4. Selecciona la opción Devolución de Elementos

5. Elige el nombre del usuario que va a devolver el elemento.
6. Verifica la identidad del usuario mediante el carnet.
7. Verifica el estado del elemento
8. Se visualiza la información del objeto que fue prestado
9. Escoge la opción Dañado de la columna Estado del elemento
10. Escribe en las observaciones como se encuentra el elemento.

11. Presiona el botón Guardar
12. Cambia la disponibilidad del Elemento de Prestado a No disponible.

13. Cambia el estado del elemento de Óptimo a Dañado

**Escenario 3:** El administrador no se encuentra presente en la UITEC.

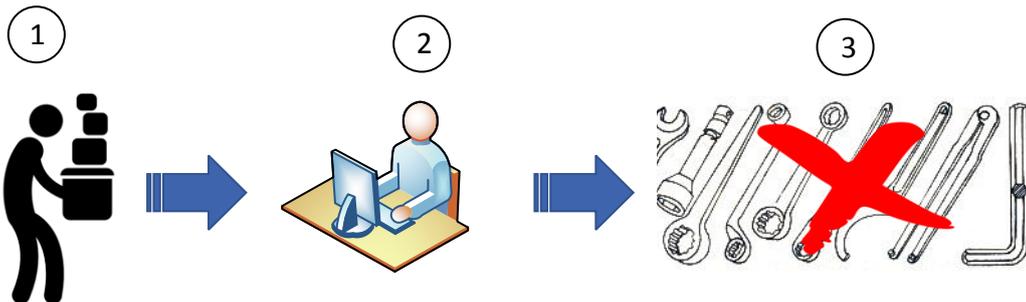


Figura 24. Diagrama de Proceso Ausente el Administrador

#### Usuario

1. Usuario quiere devolver el elemento de la UITEC al administrador, ingresa a la UITEC

#### Administrador

2. Administrador no se

encuentra presente.

#### Aplicación Web

3. La devolución no puede ser procesada, debido a que el administrador debe revisar el estado del elemento.

### 2.3.4 Proceso de reportes

El proceso de Reportes que requiere el administrador

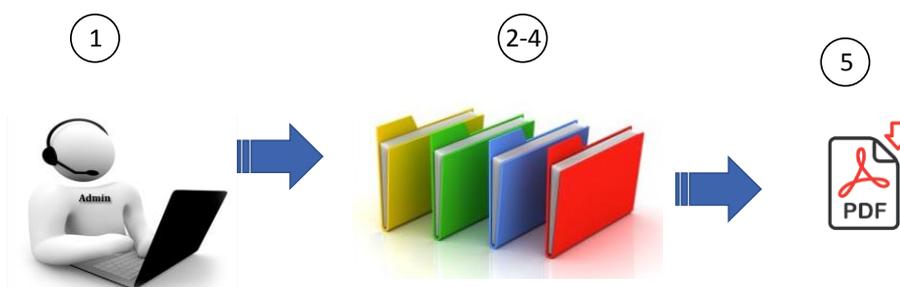


Figura 25. Diagrama de proceso de Reportes del Administrador

### Administrador

1. Administrador ingresa a la aplicación web mediante una IP local.
2. Selecciona la pestaña de Reportes.

### Aplicación Web

3. La aplicación realiza una búsqueda de los elementos disponibles o prestados, se debe seleccionar una fecha

inicial, una fecha final y seleccionar el tipo de elemento.

4. Se presiona el botón Buscar
5. La aplicación genera una tabla con los reportes, además se puede descargar el reporte de préstamos y devoluciones en formato PDF.

### 2.3.5 Proceso de visualización de elementos en el sistema

Proceso de Visualización de elementos en el sistema.

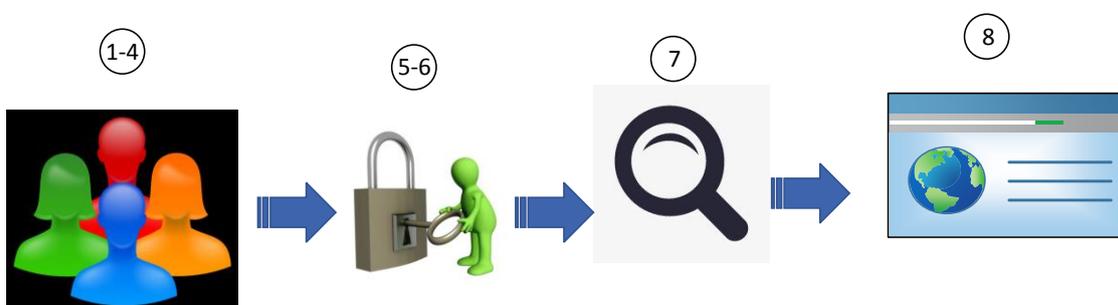


Figura 26. Diagrama de proceso de visualización de Elementos

### Usuario UITEC

1. Usuario quiere saber dónde se encuentra uno o varios elementos.
2. El usuario ingresa a la

aplicación web mediante una IP local.

### Administrador

3. Administrador quiere saber dónde se encuentra uno o

varios elementos.

4. El Administrador ingresa a la aplicación web mediante una IP local.

#### Aplicación Web

5. El administrador ingresa el nombre de usuario y la contraseña
6. El Usuario ingresa el nombre de usuario y la contraseña

genérica que solo permite ver esta opción

7. Selecciona la opción Buscar.
8. Se visualiza varias características del elemento como: Nombre, Ubicación, Marca y Modelo.
9. Se Presiona el botón Buscar.
10. La aplicación Muestra los Elementos Buscados.

#### 2.3.6 Proceso de Agregar elementos en el sistema

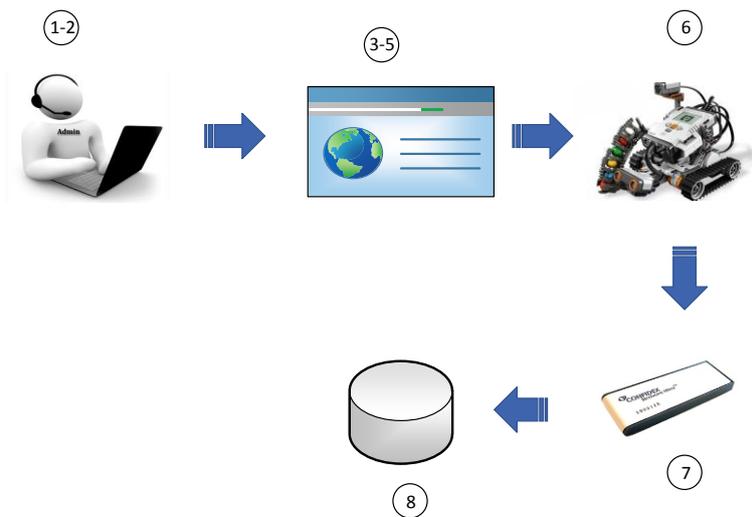


Figura 27. Diagrama de Proceso Agregar Elementos

#### Administrador

1. Administrador quiere almacenar información de nuevos elementos.
2. El Administrador ingresa a la aplicación web mediante una IP local.

#### Aplicación Web

3. El administrador o ingresa el nombre de usuario y la contraseña
4. Selecciona la opción CRUD Sistema.

5. Elige la opción de Agregar.
6. Se escribe el nombre del elemento las características en el formulario.
7. Además, adhiere el tag y registra el número del tag.  
Presiona el botón Guardar
8. Se almacena la información en la base de datos.

### 2.3.7 Proceso de Modificar elementos en el sistema

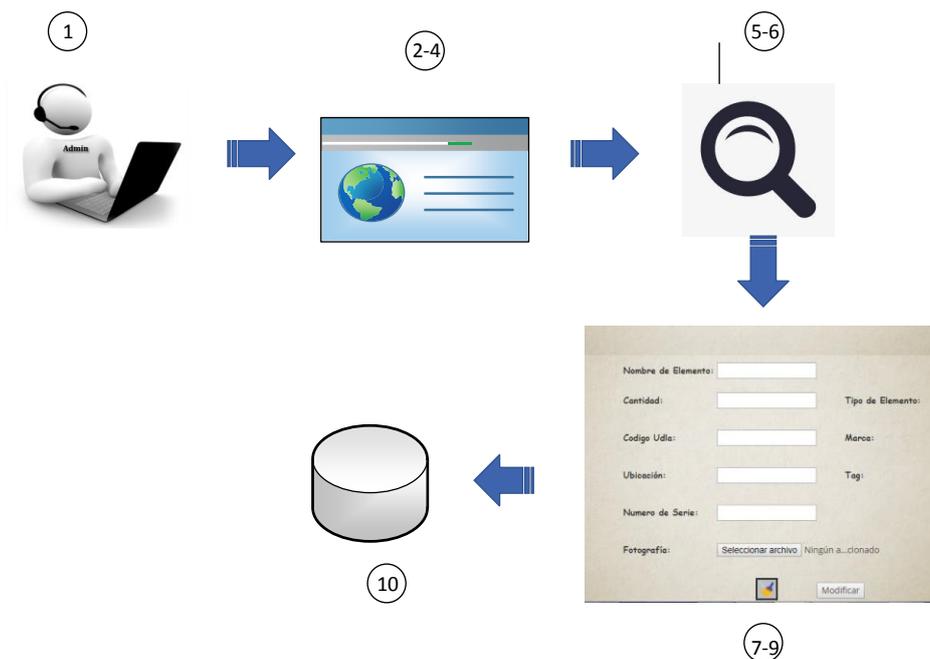


Figura 28. Diagrama de proceso Modificar Elementos

#### Administrador

1. Administrador ingresa a la aplicación web mediante una IP local.

#### Aplicación Web

2. El administrador ingresa el nombre de usuario y la contraseña
3. Selecciona la opción CRUD Sistema
4. Elige la opción Modificar

5. Se escribe el nombre del elemento
6. Presiona el botón Buscar
7. Visualiza la información del elemento
8. Modifica los parámetros necesarios
9. Presiona el botón el icono del botón guardar
10. Se actualiza la información en la base datos

### 2.3.8 Proceso de Dar de baja elementos en el sistema

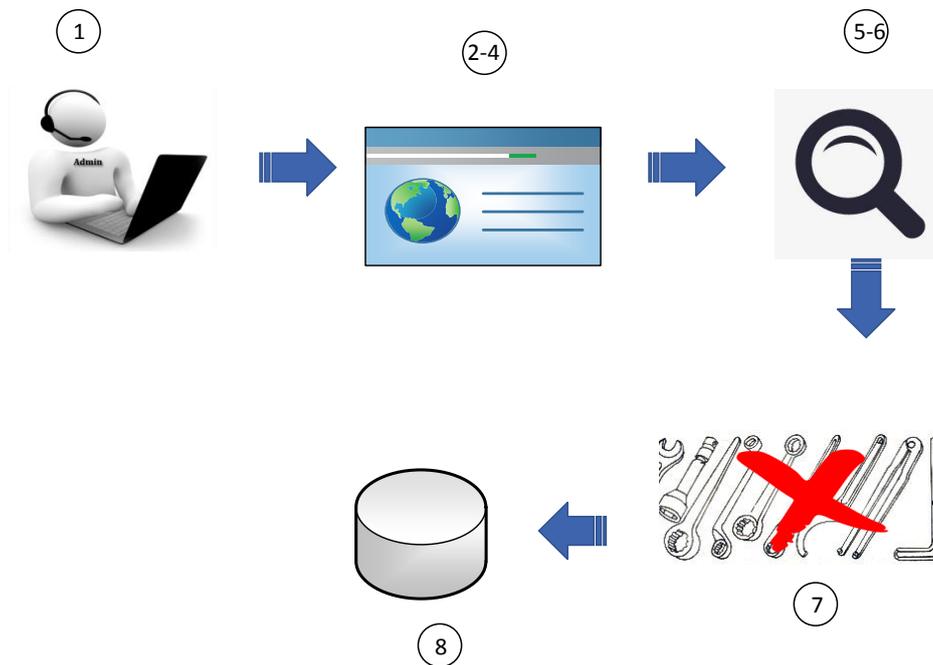


Figura 29. Diagrama de proceso de dar de Baja Elementos

#### Administrador

1. Administrador ingresa a la aplicación web mediante una IP local.

#### Aplicación Web

2. El administrador ingresa el nombre de usuario y la contraseña
3. Selecciona la opción CRUD Sistema
4. Elige la opción Dar de baja Elementos
5. Se escribe el nombre del elemento  
Presiona el botón Buscar
6. Visualiza la información del elemento  
Presiona el icono del botón Eliminar
7. Cambia la disponibilidad del elemento de Disponible a no disponible
8. Cambia el estado del elemento de Óptimo a Dañado.

## 2.4. Diagramas de flujo

Se describe el funcionamiento del sistema de gestión de inventario en diagramas de flujo.

### 2.4.1 Diagrama de Flujo General

En la figura 30 describe el proceso que realiza el servidor con la antena RFID para tener una comunicación e identificar los elementos que se encuentran en la UITEC.

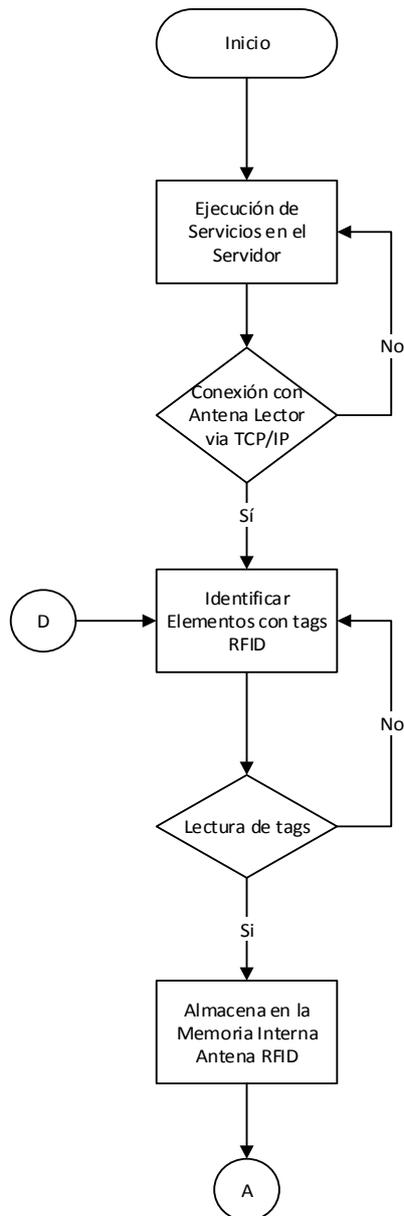


Figura 30. Parte 1 del diagrama de flujo general

En el diagrama de flujo de la figura 31, se detalla el proceso que realiza la información al momento de ya ser identificada por el lector antena.

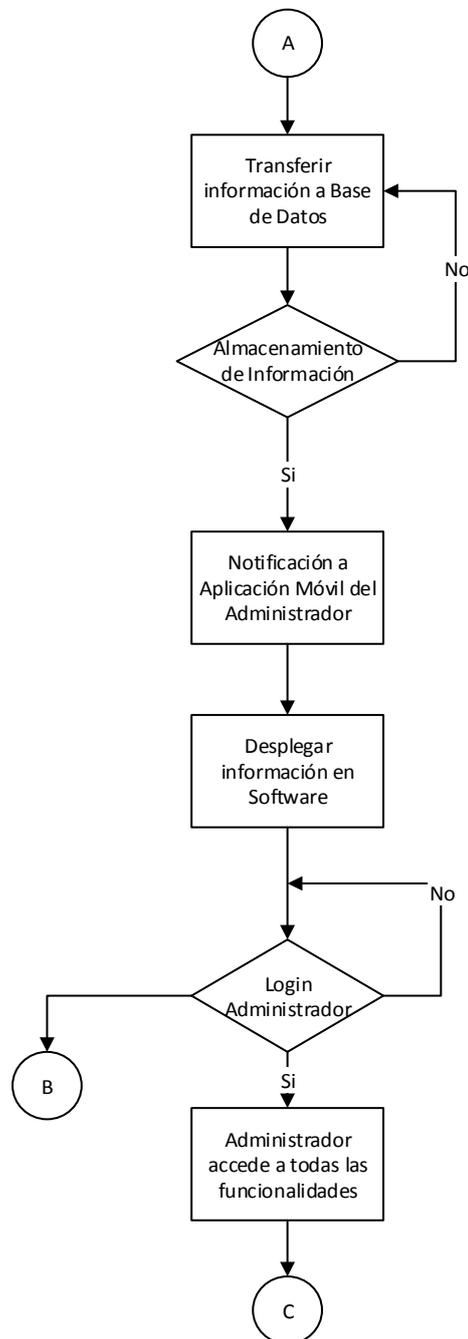


Figura 31. Parte 2 del diagrama de flujo general

En la figura 32 se detalla los permisos asignados a un usuario de la UITEC.

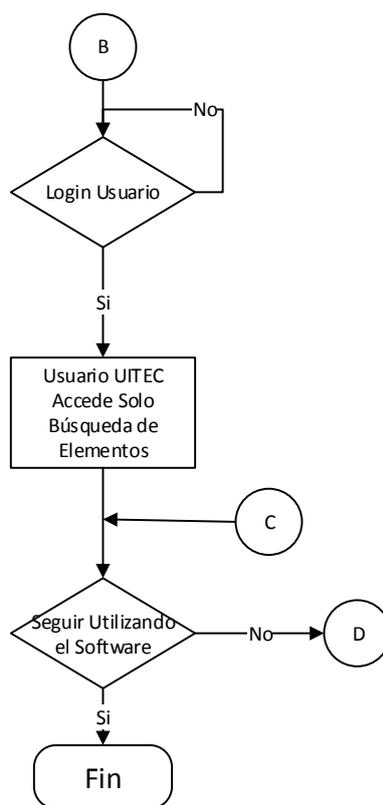


Figura 32. Parte 3 del diagrama de flujo general

#### 2.4.2 Diagrama de Flujo Añadir Persona

En el diagrama de flujo de la figura 33, se describe los procesos que debe realizar el administrador para poder guardar la información de un nuevo usuario.

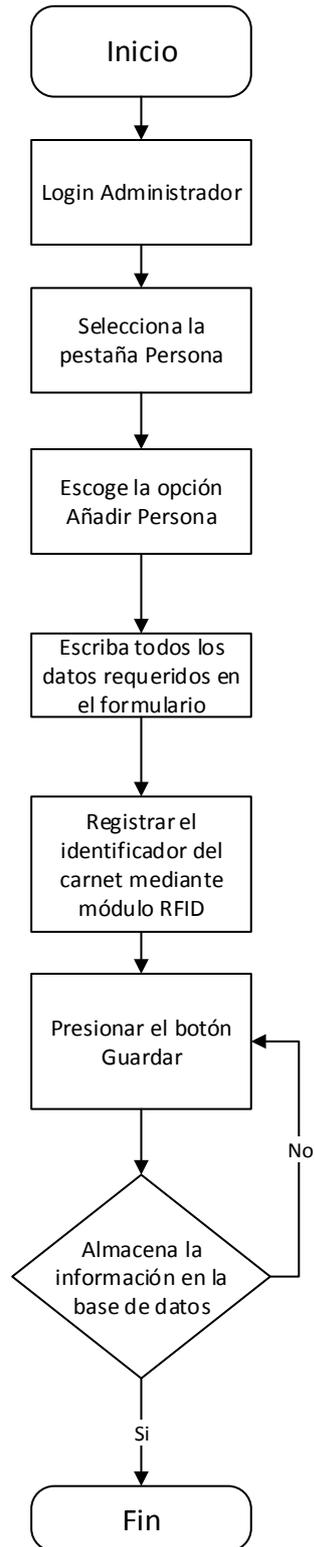


Figura 33. Descripción del proceso Agregar Persona del Sistema de Inventario

### 2.4.3 Diagrama de Flujo Modificar Persona

En la figura 34 se detalla los procesos que debe realizar el administrador para modificar la información que se encuentra almacenada en la base de datos.

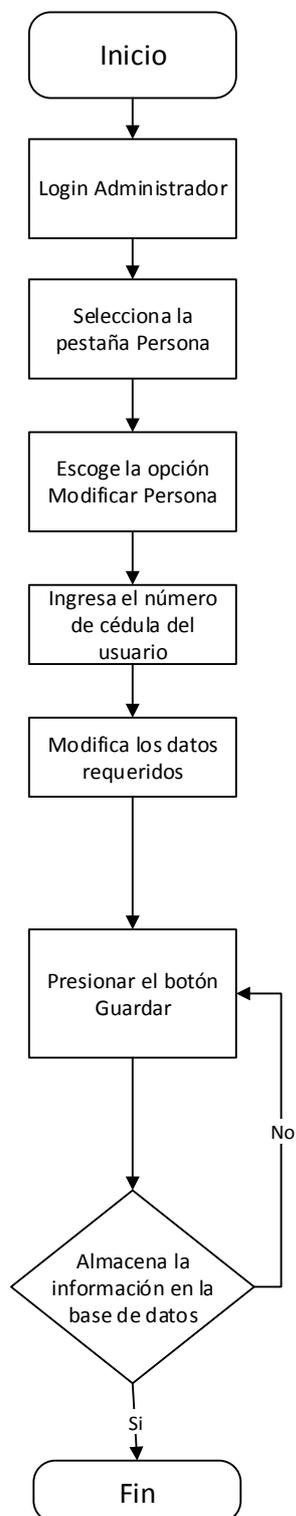


Figura 34. Descripción de proceso Modificar Persona del Sistema de inventario.

#### 2.4.4 Diagrama de Flujo Préstamo Elementos

En el diagrama de flujo de la figura 35 se describe el proceso que se realiza antes de asignar un préstamo a un usuario.

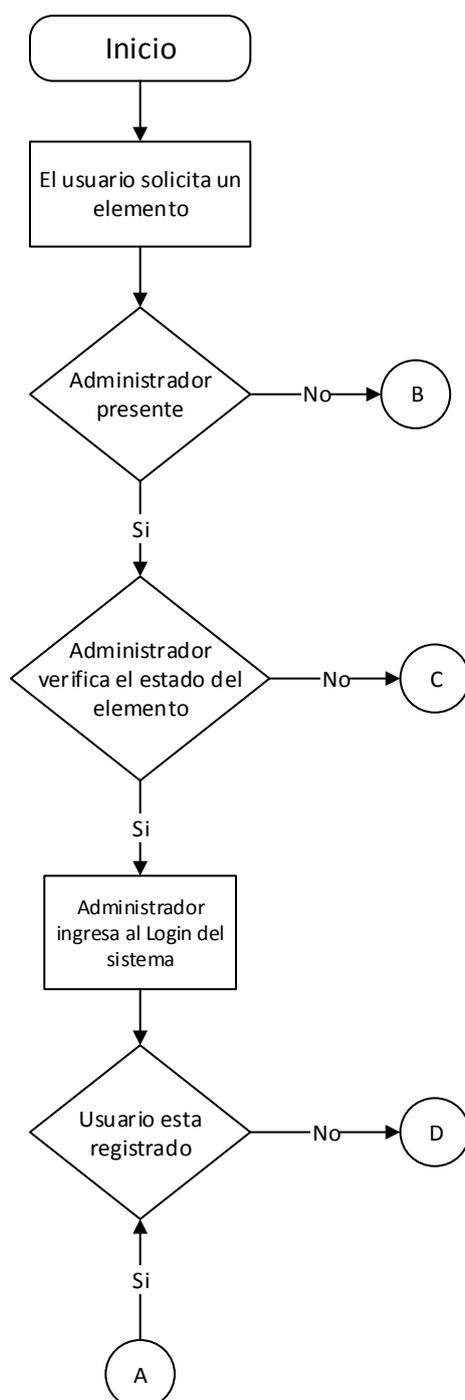


Figura 35. Parte 1 del diagrama de flujo de préstamo de elementos

En la figura 36 se detalla el proceso que realiza el administrador para realizar un préstamo a un usuario

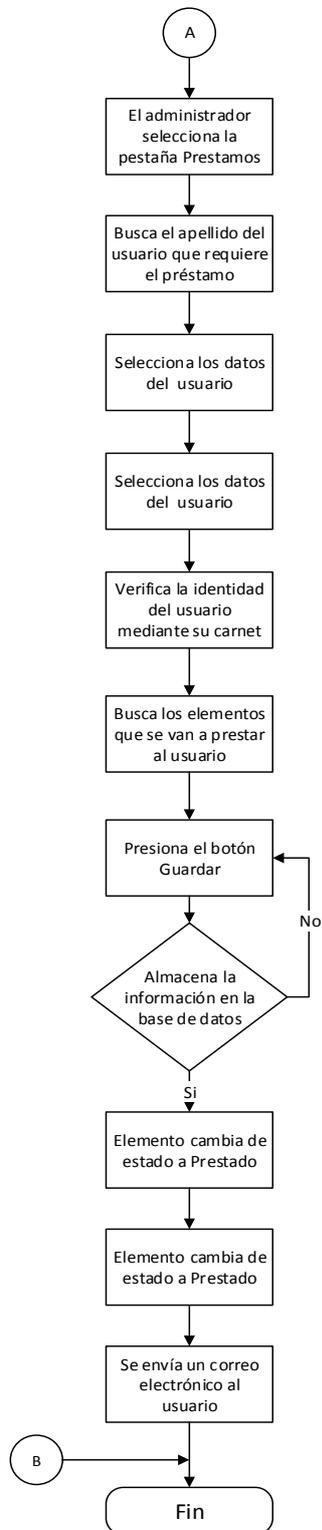


Figura 36. Parte 2 del Proceso de Préstamo de Elementos.

### 2.4.5 Diagrama de Flujo Devolución Elementos

En el diagrama de la figura 37, se describe el proceso que realiza el administrador cuando el usuario devuelve el elemento prestado.

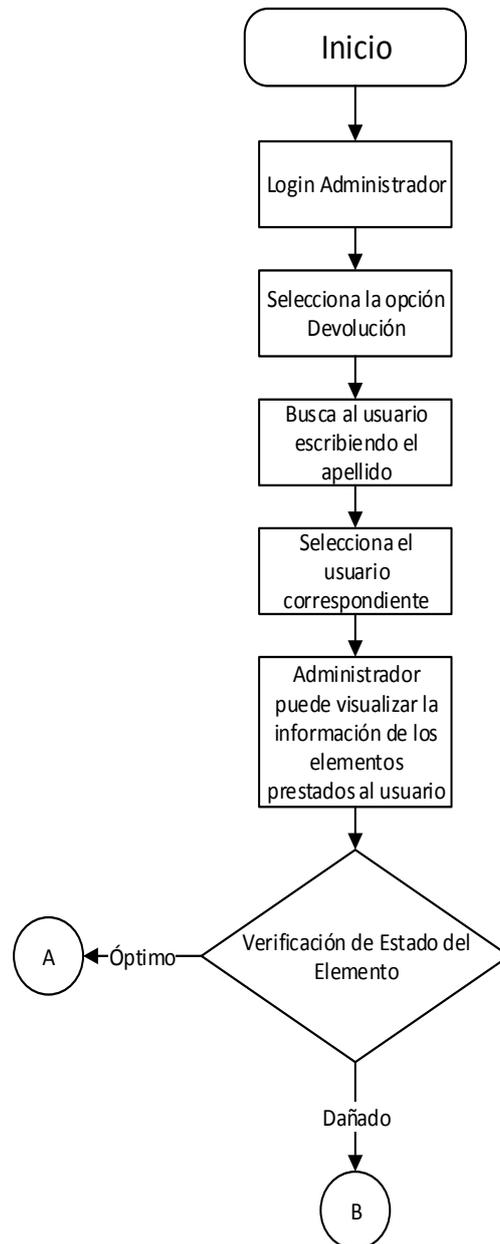


Figura 37. Parte 1 del Proceso de Devolución de Elementos.

En la figura 38 se detalla el proceso que realiza el administrador cuando confirma que el elemento que será devuelto se encuentra en condiciones óptimas.

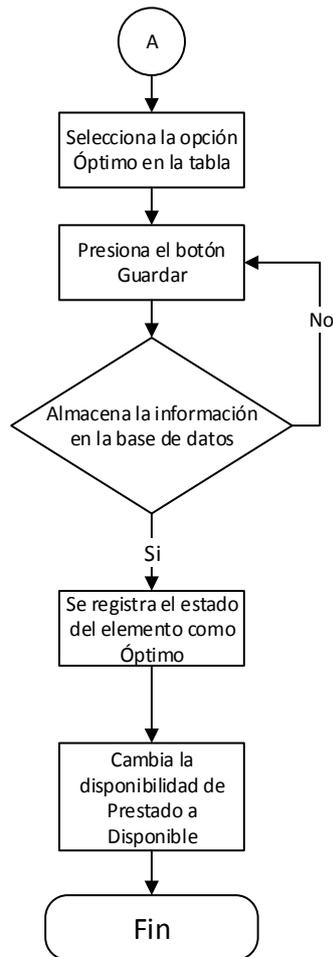


Figura 38. Parte 2 del Proceso de Devolución de Elementos.

En el diagrama de la figura 39 se describe el proceso que realiza el administrador cuando confirma que el elemento que será devuelto se encuentra en mal estado.

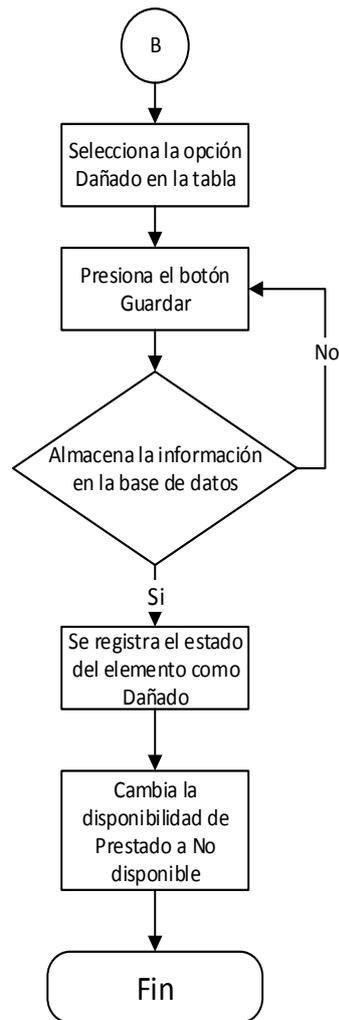


Figura 39. Descripción del proceso de Devolución Elementos del Sistemas de Inventario

### 2.4.6 Diagrama de Flujo Consulta Elementos

En la figura 40 se detalla el proceso que realiza el administrador para buscar elementos que se encuentran registrados en el sistema de inventario.

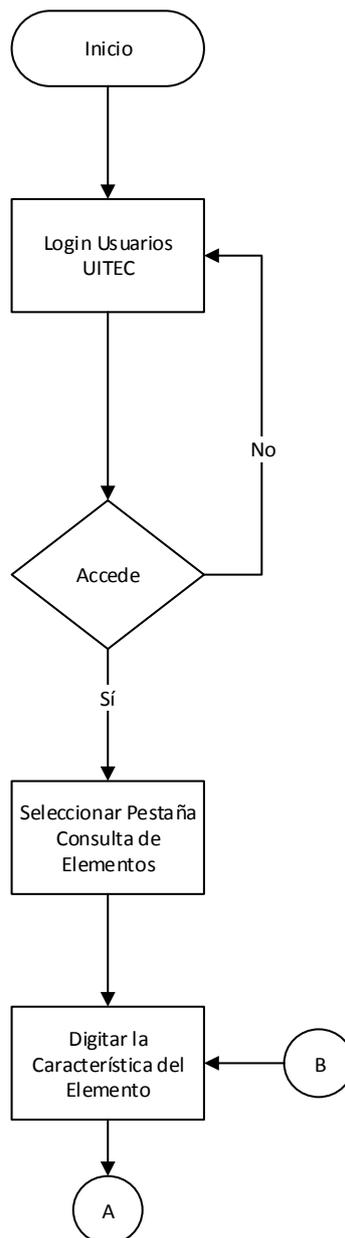
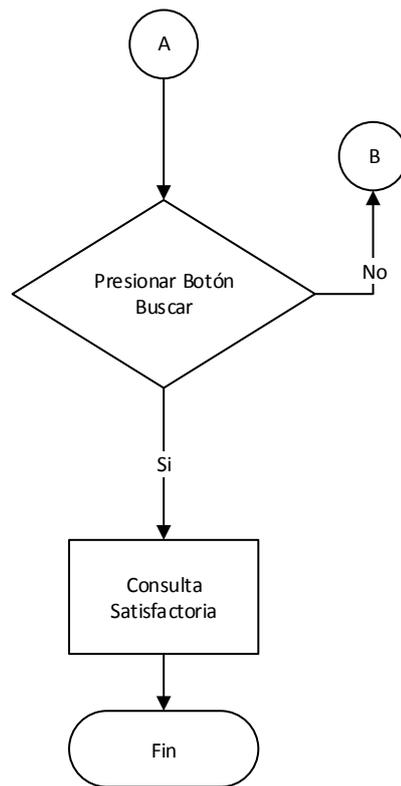


Figura 40. Parte 1 Diagrama de Flujo Consulta Elementos

En el diagrama de la figura 41, se detalla el proceso que se realiza cuando no se encuentra un elemento en el sistema de inventario.



*Figura 41.* Parte 2 diagrama de flujo Búsqueda Elementos en Sistema de Inventario.

### 2.4.7 Diagrama de Flujo Reportes

En la figura 42 se detalla el proceso que realiza el administrador cuando requiere un informe de los elementos que fueron prestados o devueltos.

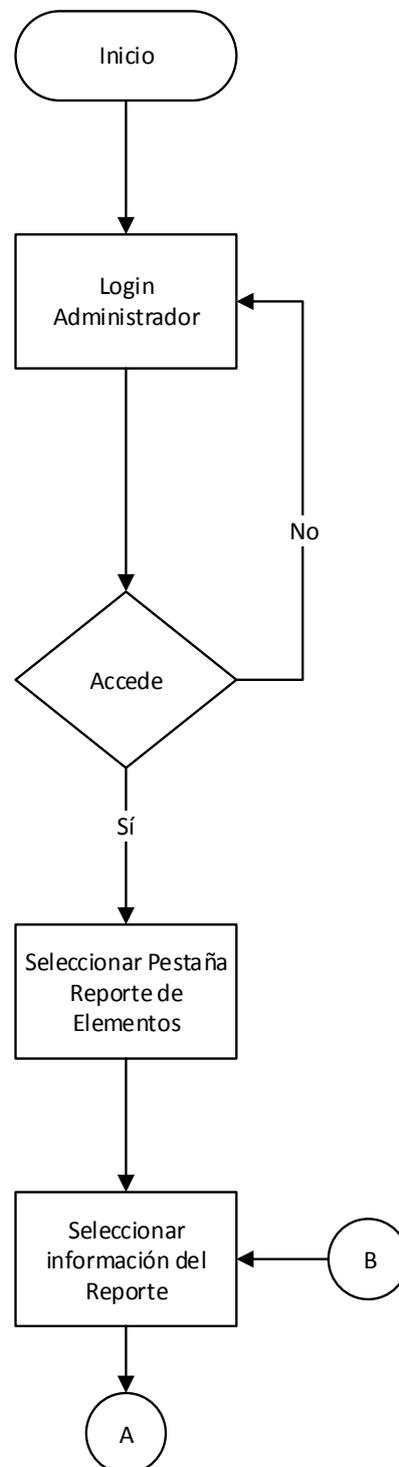
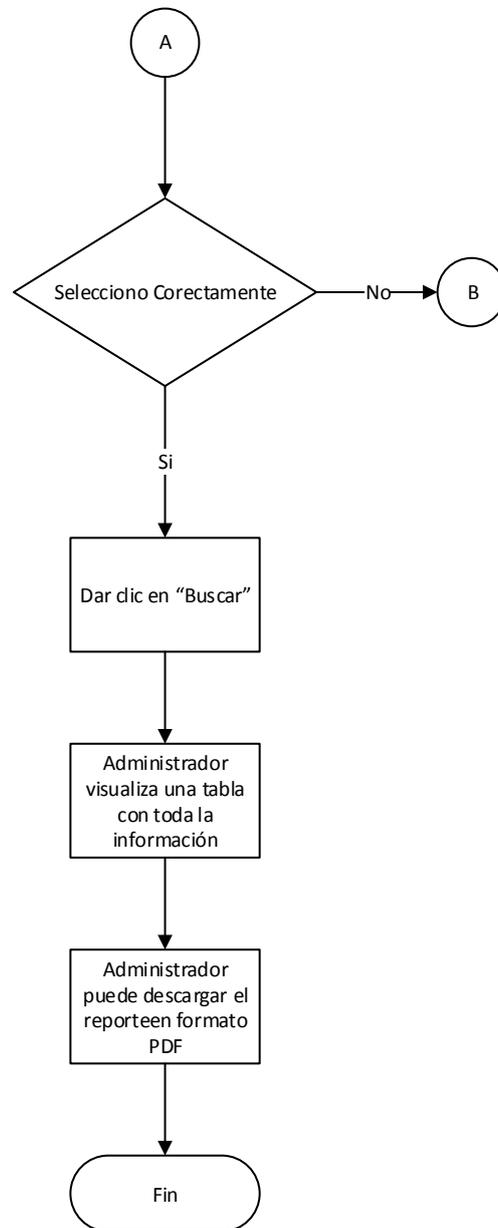


Figura 42. Parte 1 diagrama de flujo de Reportes.

En el diagrama de flujo de la figura 43, se describe el proceso que realiza el administrador cuando requiere descargar el informe visualizado.



*Figura 43.* Parte 2 diagrama del proceso de flujo Reportes del Sistema de Inventario

### 2.4.8 Diagrama de Flujo Agregar Elemento

En la figura 44 se detalla el proceso que realiza el administrador para acceder a la opción Agregar Elemento.

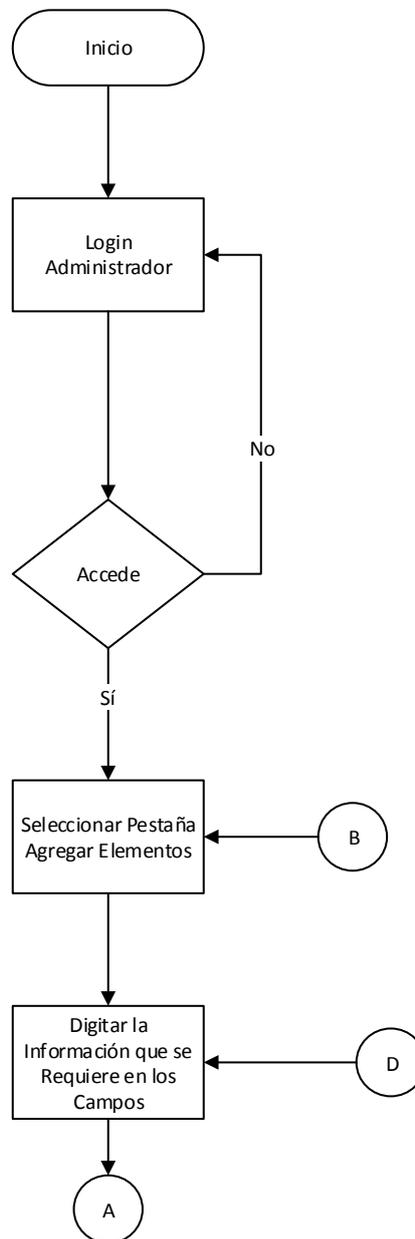


Figura 44. Parte 1 Diagrama de Flujo Agregar Elemento

En el diagrama de la figura 45, se describe el proceso que realiza el administrador para agregar un elemento al sistema de inventario.

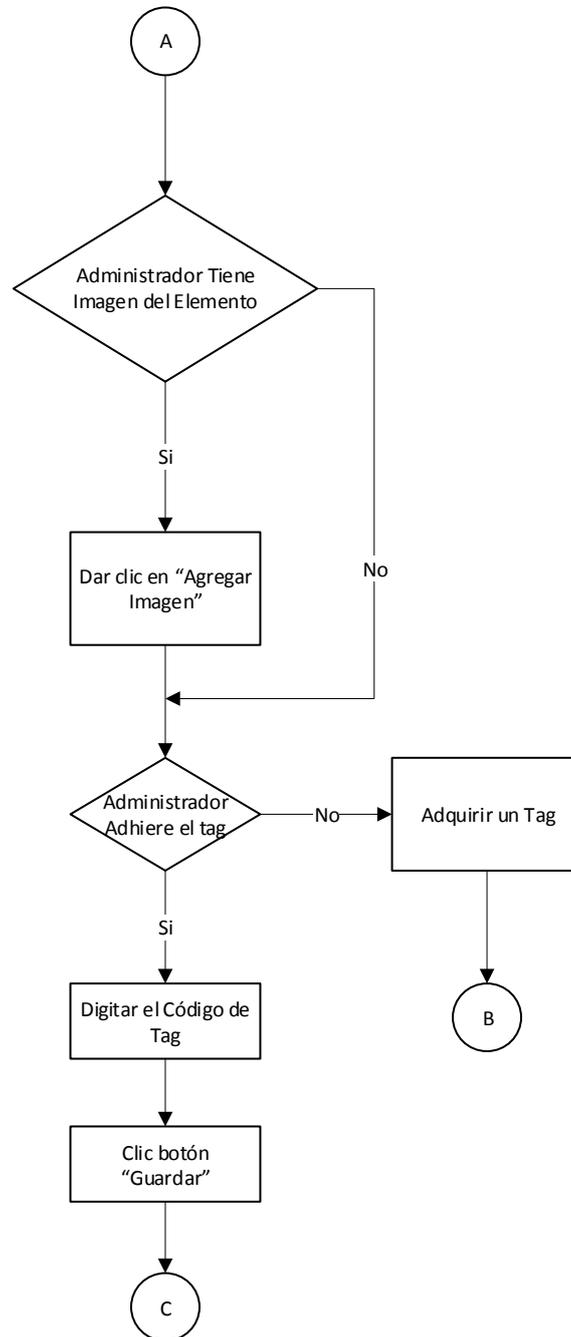


Figura 45.Parte 2 Diagrama de Flujo Agregar Elementos

En la figura 46 se detalla el proceso que realiza la información con respecto a la base de datos.

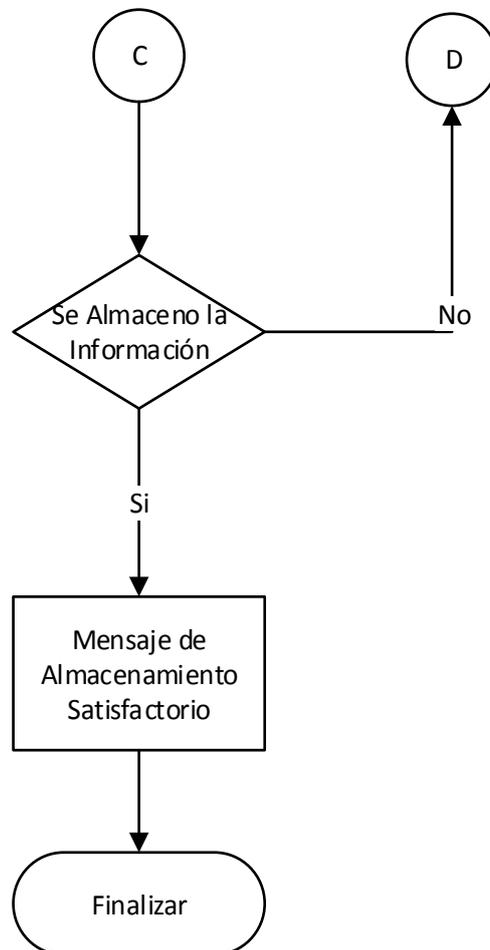


Figura 46. Parte 3 Diagrama de Flujo Agregar Elementos del Sistema de inventario.

#### 2.4.9 Diagrama de Flujo Modificar Elemento

En el diagrama de flujo de la figura 47, se describe el proceso que realiza el administrador para modificar la información almacenada de un elemento.

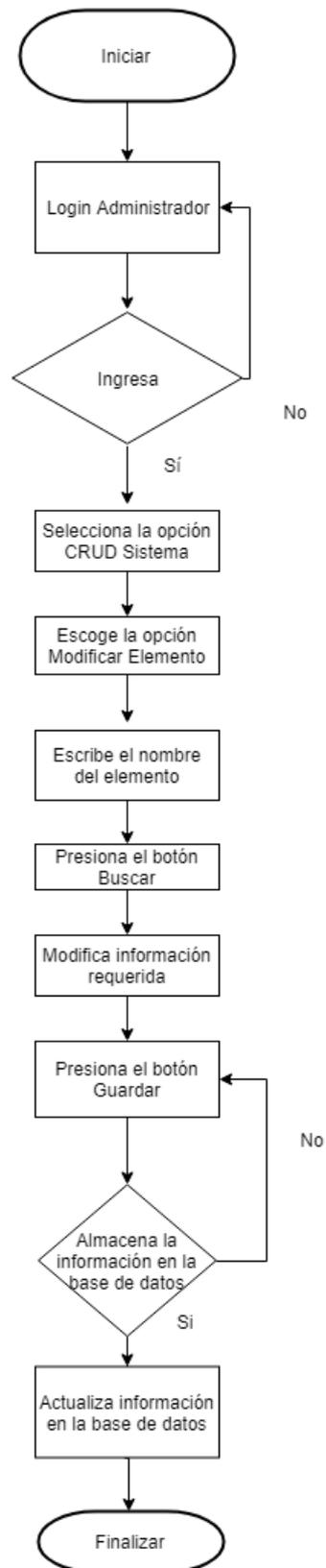


Figura 47. Diagrama de Flujo Modificar Elementos del Sistema de Inventario

### 2.4.10 Diagrama de Flujo Dar de Baja Elemento

En la figura 48 se detalla el proceso que realiza el administrador para dar de baja a un elemento que está en mal estado.

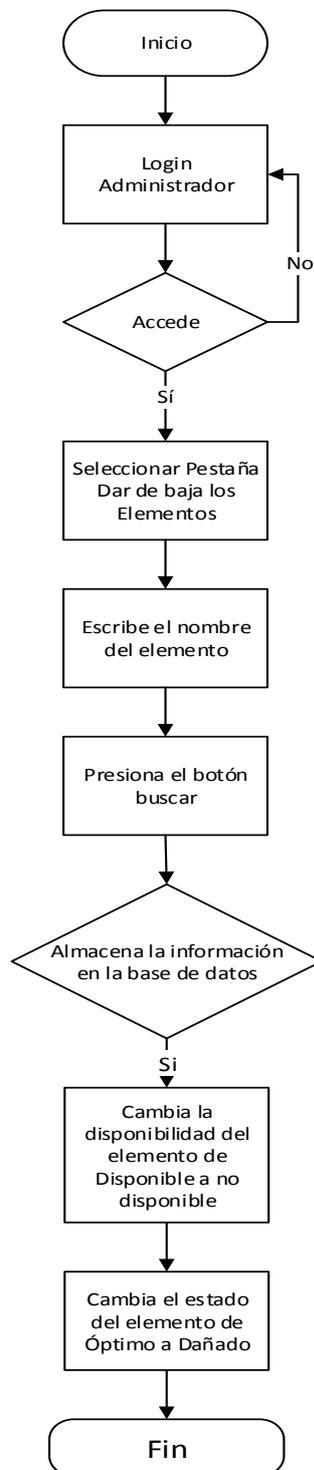


Figura 48. Descripción de proceso de dar de Baja a Elementos

## 2.5. Especificaciones técnicas del sistema de inventario RFID

### 2.5.1 Lector-Antena ZK-RFID 101

El lector-antena es un lector integrado UHF de alto rendimiento, realiza operaciones rápidas de lectura y escritura de etiquetas.

Tiene una alta tasa de identificación, por lo que se puede utilizar este lector-antena en varios sistemas de aplicaciones RFID como: logística, sistemas de control, etc.

El lector-antena RFID posee las siguientes características:

- Soporta protocolos ISO18000-6B, ISO18000-6C (EPC C1G2)
- Banda de frecuencias 865-868 MHz
- Transmisión de frecuencia fija
- Antena incorporada de 12dbi
- Admite interfaz opcional RS232, RS485, Wiegand, TCP/IP
- Fuente de alimentación de 16 V
- Temperatura de funcionamiento -10~+55 °C
- Temperatura de almacenamiento -20~+75 °C

Tabla 3.

#### *Especificación de Interfaces*

<b>Ítem</b>	<b>Función</b>
Rojo	+9V
Negro	GND
Amarillo	Wiegand DATA0
Azul	Wiegand DATA1
Purpura	RS485 R+
Naranja	RS485 R-
Marrón	GND
Blanco	RS232 RXD
Verde	RS232 TXD
Gris	Trigger input (TTL level)

Tomado de: Shenzhen ZKHY RFID Technology Co, s.f.



*Figura 49.* Antena RFID ZK-101

Tomado de:KARNETAL CARD SYSTEM, 2018.

### **2.5.2 Etiqueta Pasiva RFID TE25**

La etiqueta RFID TE25 posee una memoria interna de alto rendimiento, contiene TID de 32 bits, TID único de 64 bits para autenticación de aplicaciones. Además, cuentan con una capacidad de soporte de lectura y escritura protegidas con contraseña, para evitar la modificación y visualización no autorizada de los datos que contiene la etiqueta.

La etiqueta RFID TE25 tiene las siguientes características:

- Compatible con EPC Gen 2 (v1.2.0)
- Protocolo ISO / IEC 18000-6C
- RFID UHF (840-960MHz)
- Memoria EPC de 96 bits, extensible a 480 bits
- Contraseña de acceso de 32 bits
- La memoria de usuario puede ser bloqueada
- La memoria de usuario puede ser protegida con contraseña de lectura

Tabla 4.

*Características de Etiquetas RFID TE25*

Especificaciones	Descripción
Tipo de material	Poliuretano
Peso	0.5 g
Dimensiones	70.30 mm x 16.48 mm x 0.21 mm
Temperatura	-40 °C a +93.3 °C

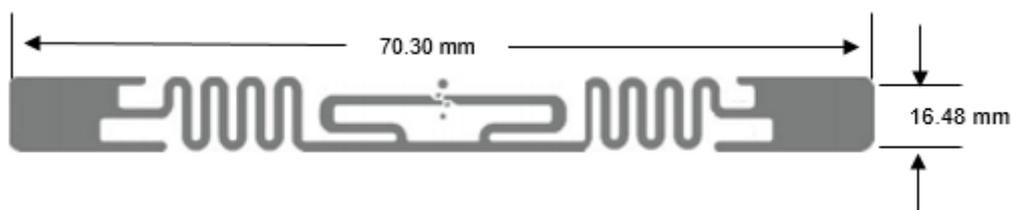


Figura 50. Medidas de Etiquetas RFID TE25

**2.5.3 Etiqueta Pasiva RFID Confidex Steelwave Micro**

Confidex Steelwave Micro es de alto rendimiento, se conecta con adhesivo acrílico. Además, cuenta con una codificación específica en EPC, bloqueo permanente o con contraseña, etc.

Confidex Steelwave Micro tiene las siguientes características:

- Tipo G2 Clase 1
- Protocolo EPCGlobal Class 1 Gen 2 / ISO 18000-6C
- Frecuencia 865-928 MHz
- Número único codificado en la memoria EPC
- Aplicación ideal en elementos metálicos

Tabla 5.

*Características de Etiqueta Pasiva RFID Confidex*

Especificaciones	Descripción
Tipo de material	Plástico de alta calidad
Peso	2 g
Dimensiones	38 mm x 13 mm x 3 mm
Temperatura	-20 °C a +85 °C

**2.5.4 Raspberry pi 3 B**

Raspberry pi Modelo B es la tercera generación de Raspberry Pi, posee procesos poderosos y rápidos en comparación con los Raspberry Pi de primera generación. Además, contiene conectividad LAN inalámbrica y Bluetooth.

Tabla 6.

*Características de Raspberry Pi 3B.*

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
<b>Procesador</b>	Chipset Broadcom BCM2837
<b>GPU</b>	1.2 GHz de cuatro núcleos ARM Cortex-A53 Dual Core Video Core IV ® Multimedia Coprocesador.
<b>Memoria RAM</b>	1GB LPDDR2
<b>Puertos USB 2.0</b>	4 puertos
<b>Salida de Video</b>	HDMI
<b>Salida de Audio</b>	RCA compuesto
<b>Almacenamiento integrado</b>	A / V
<b>Conectividad de Red</b>	Ranura mini-SD
<b>Consumo de Energía</b>	Ethernet socket Ethernet 10/100
<b>Conector GPIO</b>	802.11 b / g / n LAN inalámbrica y Bluetooth 4.1
	5V-700mA
	40-clavijas
	Proporcionado por 27 pines GPIO, así como 3,3 V, +5 V y GND

Tomado de: Raspberrypi, s.f.

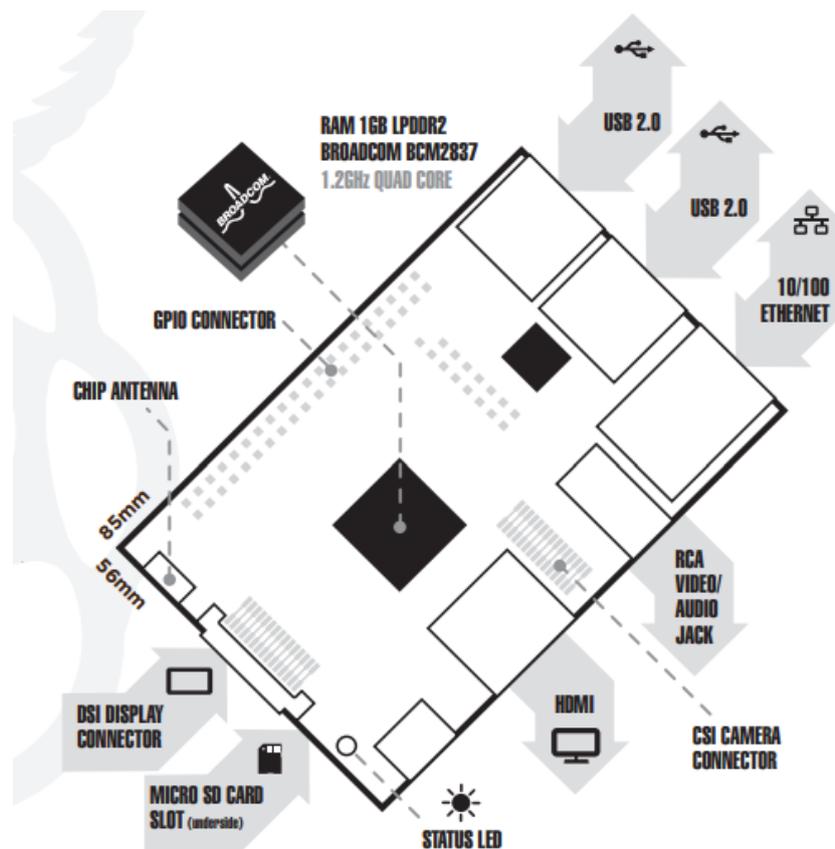


Figura 51. Diagrama de Raspberry Pi 3 B

Tomado de: Castro, s.f

### 2.5.5 Módulo RFID RC522

El módulo RFID RC522 es considerado un lector RFID, posee una comunicación SPI. Soporta el protocolo ISO14443A y el algoritmo de encriptación Quick CRYPTO1. (Martinez et al., 2015).

El módulo RFID RC522 posee las siguientes características:

- Voltaje de Operación: 3.3V DC
- Corriente de Operación: 13-26mA/3.3V DC
- Corriente pico: <30mA
- Frecuencia de operación: 13.56 MHz
- Transferencia de datos: Max. 10Mbit/s
- Tipos de tarjetas compatibles: Mifare1 S50, S70 Mifare1, MIFARE Ultralight, Mifare Pro, Mifare DESFire.

Tabla 7.

*Especificaciones del Módulo RFID RC522*

Especificaciones	Descripción
Dimensión RFID-RC522	40 mm x 60 mm
Dimensión Tarjeta	85 mm x 54 mm
Temperatura de funcionamiento	20 °C a +80 °C
Temperatura de almacenamiento	-40 °C a +85 °C

Tomado de: Martínez et al., 2015.

### 2.5.6 Programas de integración de base de datos

- **Microsoft SQL Server 2012**

Es un sistema de administración de datos, se considera un motor de búsqueda y almacenamiento eficaz y confiable.

Para la instalación de Microsoft SQL Server 2012 se toma en cuenta los siguientes requerimientos:

Tabla 8.

*Requerimientos Mínimos de Funcionamiento SQL Server*

Componente	Requerimiento
<b>Memoria</b>	<p><b>Mínimo:</b></p> <p>Ediciones Express: 512 MB</p> <p>Todas las demás ediciones: 1 GB</p> <p><b>Recomendado:</b></p> <p>Ediciones Express: 1 GB</p>
<b>Velocidad del procesador</b>	<p><b>Mínimo:</b></p> <p>Procesador de 1,4 GHz</p> <p><b>Recomendado:</b></p> <p>2 GHz o más</p>
<b>Tipo de procesador</b>	Procesador x64:

Tomado de: Microsoft, 2014



Figura 52. Acceso a la Base Datos SQL Server

- **Maria DB 10.1.23**

Es un sistema de gestión de base de datos derivado de MySQL, convierte los datos en información estructurada para desarrollar aplicaciones.

Maria DB 10.1.23 es un software desarrollado en código abierto y una base de datos relacional que proporciona una interfaz SQL (MariaDB, s.f).

Maria DB 10.1.23 posee los siguientes requerimientos de instalación:

Tabla 9.

*Requerimientos de Base de Datos Mariadb*

<b>Componente</b>	<b>Requerimiento</b>
Memoria RAM	512 Mb
Espacio Máquina Virtual	1024 Mb
Disco Duro	1GB
Sistemas Operativos	Windows, Linux, Unix
Protocolos de red	TCP/IP

Tomado de : MariaDB, s.f.

## 2.5.7 Programa de integración Web

- **Visual Studio 2013**

Es considerado un programa que desarrolla soluciones para desarrollar distintas aplicaciones.

Los requisitos para la instalación de este desarrollador son:

Tabla 10.

*Requerimientos Visual Studio 2013*

<b>Componente</b>	<b>Requerimiento</b>
<b>Procesador</b>	1.6 GHz
<b>Memoria RAM</b>	1.5 GB
<b>Disco Duro</b>	5400 RPM
<b>Tarjeta de video</b>	DirectX 9 con una resolución de pantalla de 1024 x 768
<b>Espacio disponible en el Disco Duro</b>	5 GB

Tomada de:Microsoft, 2018

## 2.6. Desarrollo de la implementación

### 2.6.1 Instalación del Lector-Antena RFID

Se analiza un sistema con tecnología RFID en banda UHF. A continuación, se describe el procedimiento de la instalación del Lector-Antena RFID:

- Se coloca el Lector-Antena RFID Z101 a una altura de 2.20 m en el laboratorio de la UITEC
- Según las pruebas realizadas se determina que la potencia de la antena es 10 dbm
- El lector antena RFID funciona a una frecuencia mínima de 910.6 MHz y una frecuencia máxima de 927.4 MHz

- Tiene una dirección IP local



*Figura 53. Colocación de Lector -Antena*

### **2.6.2 Data Center (Máquina Virtual, SQL Server, Servidor Web)**

- **Instalación SQL Server**

En la configuración de la Base de datos se tomó en cuenta a SQL Server Express debido a que es un software gratuito para el desarrollo de base de datos.

El software de SQL Server fue obtenido de la página oficial de Microsoft

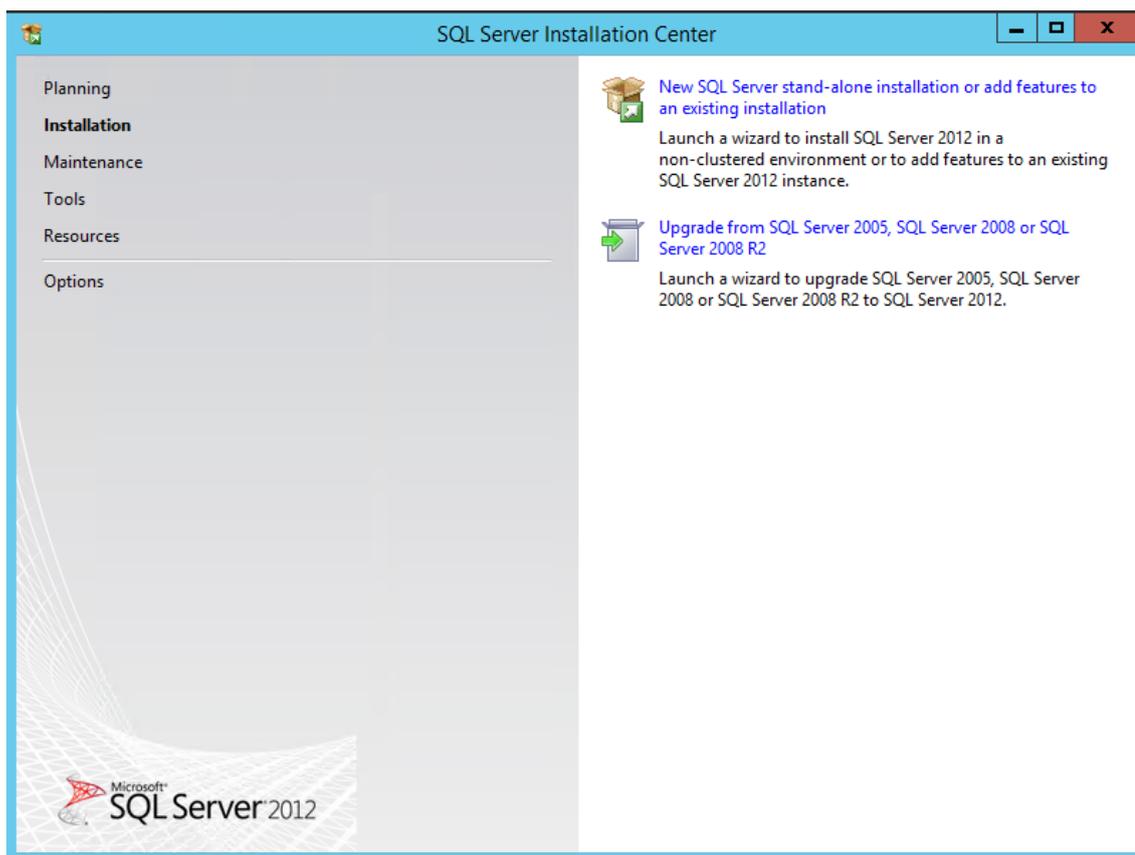


Figura 54. Instalación de SQL Server

La instalación y configuración de la base de datos SQL Server fue diseñado con la finalidad de que la base de datos sea integrable, disponible y abarque una gran cantidad de información, como se muestra en la figura 70 se inicia el proceso de instalación.

Un proceso de instalación importante en SQL Server es seleccionar todas las características de la Base de datos que se utilizan para el desarrollo del proyecto, para así tener las instancias y configuraciones ideales para el funcionamiento.

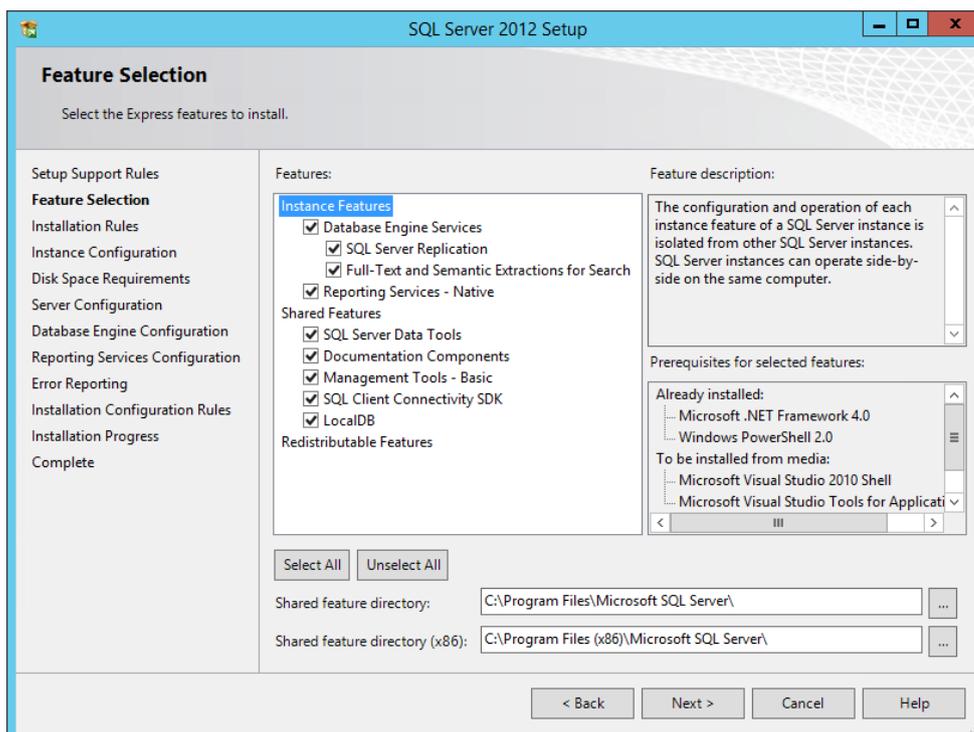


Figura 55. Características de SQL Server

Los servicios importantes en la base de datos para el desarrollo del sistema de inventario son el Motor y el Agente SQL de la Base de datos, con los que se trabaja las transaccionalidades, sentencias SQL y envió de correo hacia los usuarios.

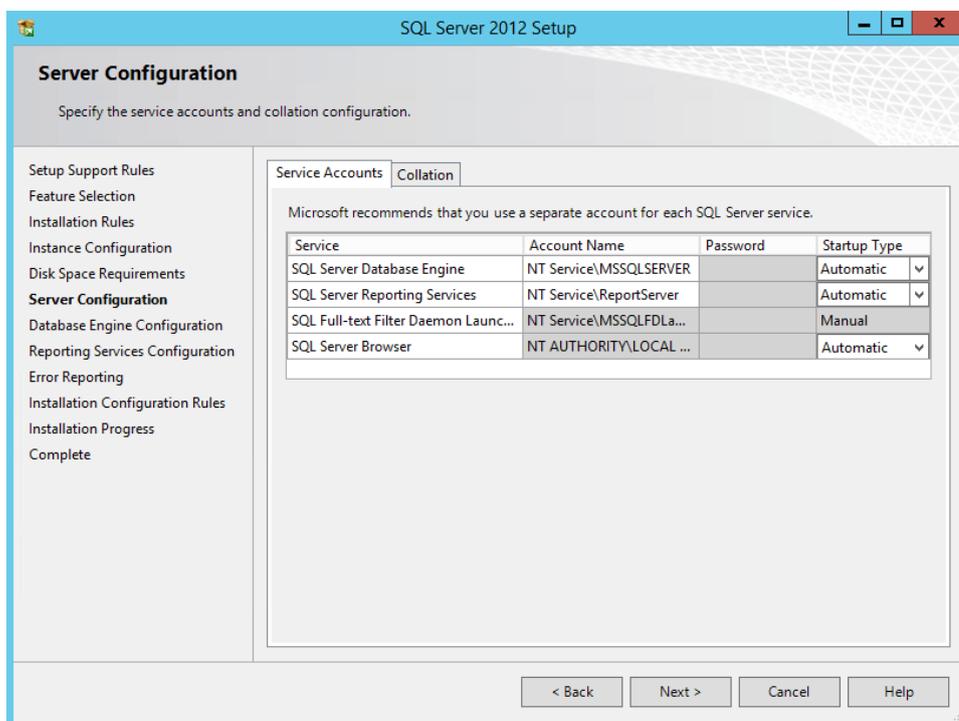


Figura 56. Servicios del Motor y Agente SQL de Base de Datos

- **Configuración Servidor Web**

Windows Server tiene varios roles y características, el servidor web permite la publicación de páginas web en una red local o en el internet, el rol que se añade es el Web Server con sus características principales como se observa en la figura 57.

Lo primero es ir a las opciones del servidor, para agregar los roles y seleccionar los componentes para la instalación del servidor web.

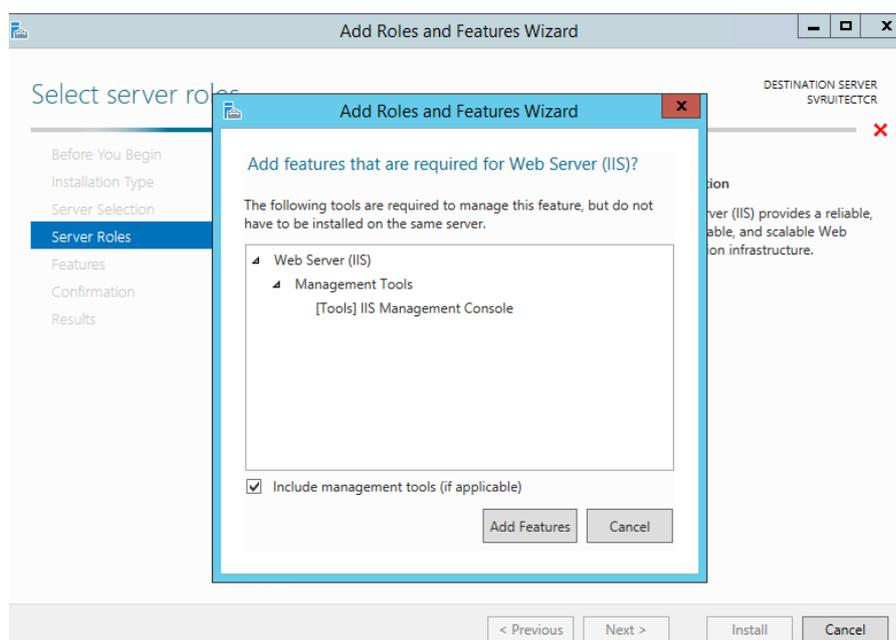


Figura 57. Agregar el Rol del Servidor Web.

La instalación de varias características permite un funcionamiento a través de la dirección IP del Servidor, puerto y la página web a publicar información.

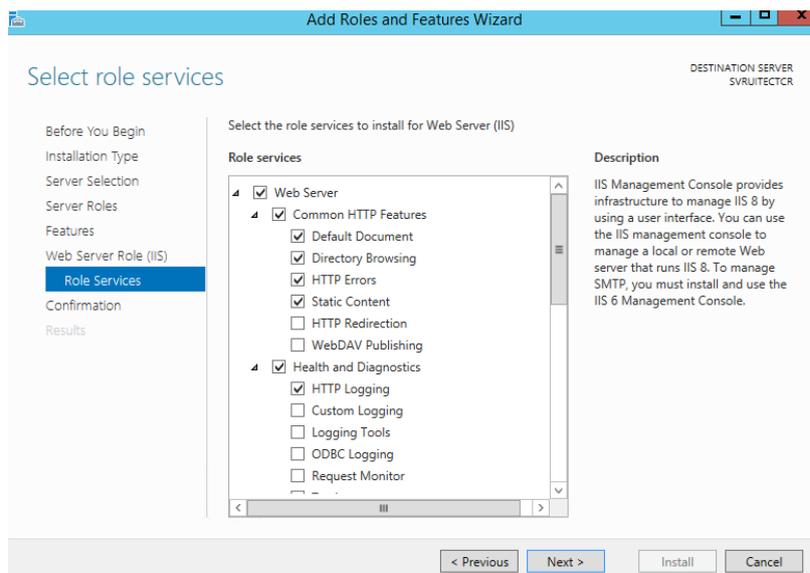


Figura 58. Características del Servidor Web

Una prueba del funcionamiento del servidor web es colocar la IP del servidor en el navegador para obtener la página por defecto que se obtiene la instalación del servidor web.

### 2.6.3 Cambio de IP Antena RFID

Para el cambio de la dirección IP de la antena, los elementos de software y hardware para la configuración son:

- Computadora
- Demo o librerías del modelo de la antena RFID ZK-RFID101
- Cable de Red
- Cables de Alimentación de 9V. a 3A.

Se configuro la IP por defecto de la antena, siguiendo los parámetros de red establecidos en la Universidad de las Américas.

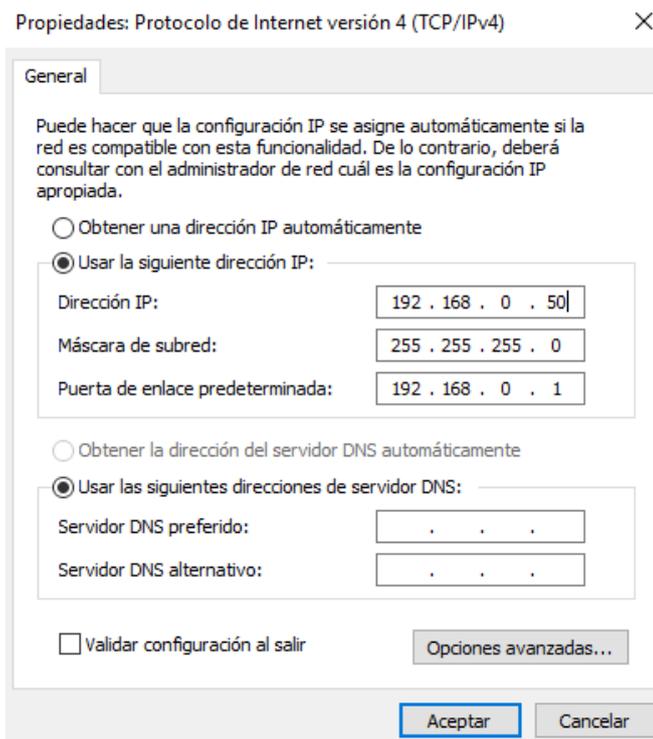


Figura 59. Configuración de IP en Computadora

En la computadora se debe ejecutar el demo de las configuraciones y características de funcionamiento de la Antena ZK-RFID101 como se observa en la figura 60.

Así como los componentes y parámetros para la conexión, configuración de distancia, tiempo de lectura, potencia y frecuencia de trabajo de la Antena RFID.

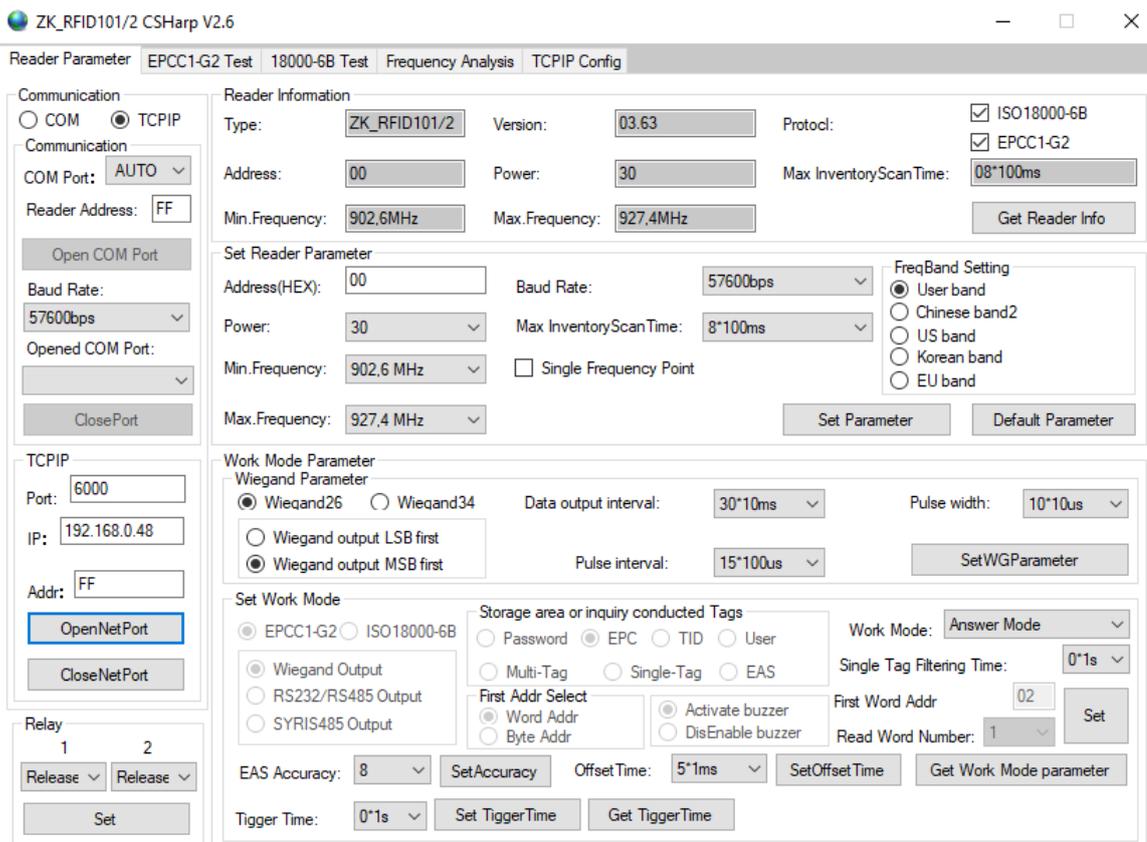


Figura 60. Ejecución del Demo Antena ZK-RFID101

Para realizar el proceso de configuración de la IP, se selecciona la pestaña TCP/IP Config, elegir la opción búsqueda para encontrar la información de la antena. Se configura los siguiente con los parámetros en la figura 76.

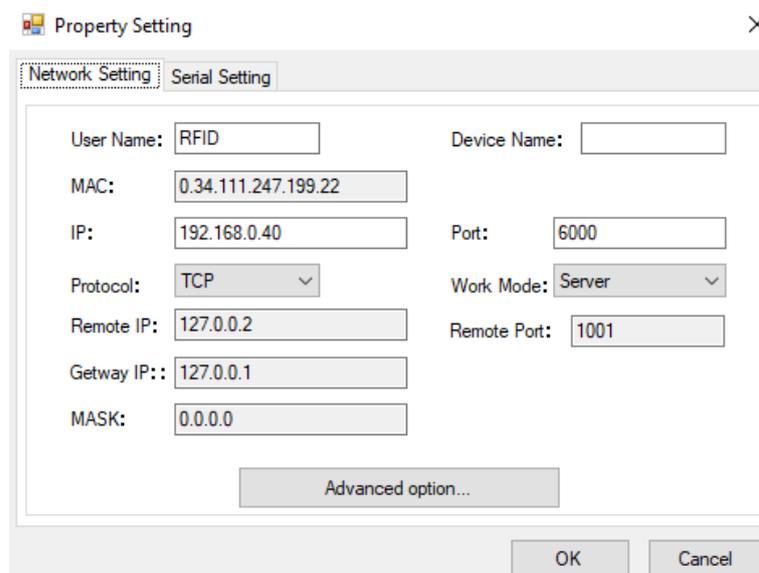


Figura 61. Configuración TCP/IP Antena RFID

## 2.6.4 Raspberry PI con lector RFID-RC522

El envío y recepción de información es necesario la conexión con el Raspberry Pi y el módulo RFID, para ello se ingresa al Raspberry pi remotamente para configurar desde el terminal para habilitar la interface SPI.

Esta interfaz permite habilitar la sincronización de los pines GPIO para la comunicación con el módulo RFID a través de interfaces seriales con el comando en el terminal “sudo raspi-config”.

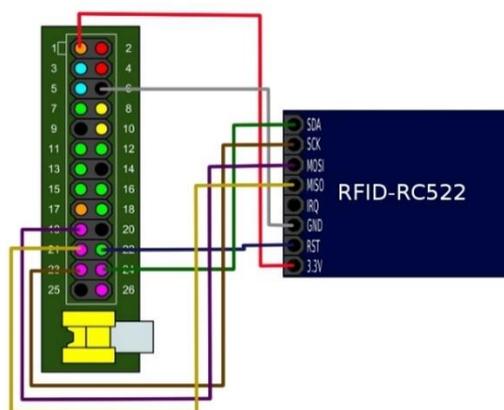


Figura 62. Diagrama de Conexión Raspberry con RFID-RC522

Tomado de:Gómez, 2013.

Entre las opciones se selecciona la interfaz SPI.

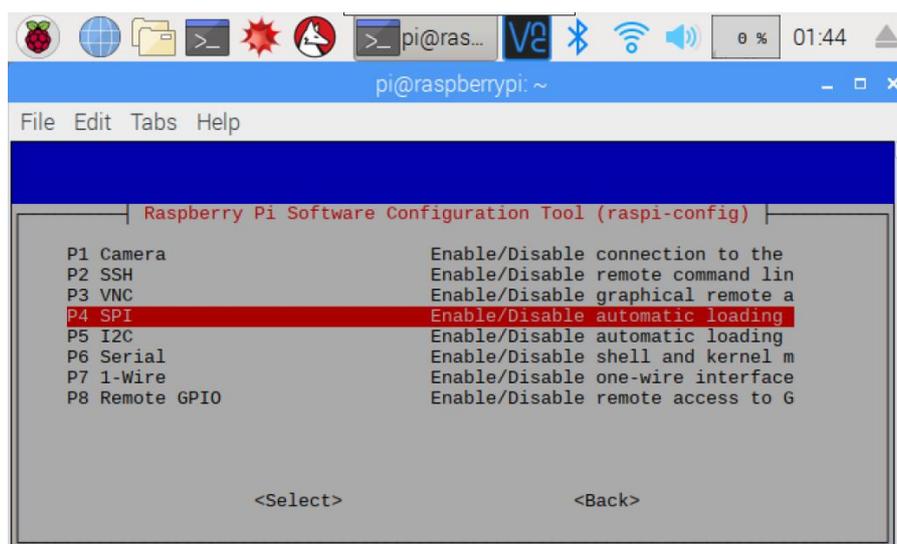


Figura 63. Activar la interfaz SPI (Interfaz de periféricos seriales)

Además, se instalan librerías de SPI como son Python y Python, los cuales serán los intérpretes por medio de un script en la Raspberry para la obtención de los datos del módulo RFID

A continuación, se muestra los comandos que se deben ejecutar para la instalación de las librerías.

```
sudo apt-get install python-spidev python3-spidev
cd ~
git clone https://github.com/lthiery/SPI-Py.git
cd SPI-Py
sudo python setup.py install
sudo python3 setup.py install
```

*Figura 64.* Instalación librerías SPI con Python

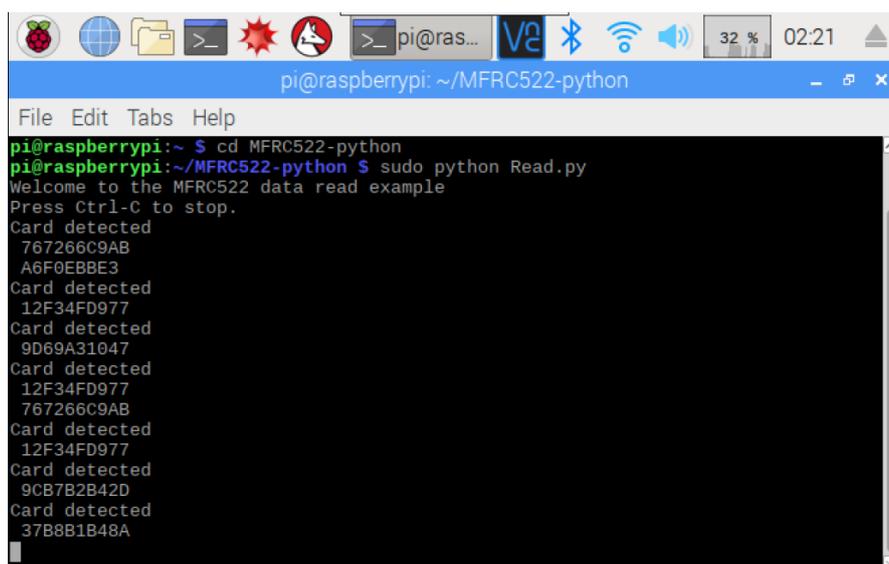
Las librerías como la interfaz son un complemento para que la Raspberry pi funcione hacia la comunicación del módulo RFID.

Finalmente, con la comunicación del módulo y el Raspberry se debe descargar la librería del módulo RC522 con comunicación SPI, con los siguientes comandos:

```
cd ~
git clone https://github.com/mxgxw/MFRC522-python.git
cd MFRC522-python
python Read.py
```

*Figura 65.* Instalación de modulo RC522

Los últimos comandos se ejecutan y se encuentra funcional el lector con el Raspberry pi.



```
pi@raspberrypi: ~/MFRC522-python
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~ $ cd MFRC522-python
pi@raspberrypi:~/MFRC522-python $ sudo python Read.py
Welcome to the MFRC522 data read example
Press Ctrl-C to stop.
Card detected
767266C9AB
A6F0EBBE3
Card detected
12F34FD977
Card detected
9D69A31047
Card detected
12F34FD977
767266C9AB
Card detected
12F34FD977
Card detected
9CB7B2B42D
Card detected
37B8B1B48A
```

*Figura 66.* Lectura de Carnets con RFID-RC522

En la figura 66 se verifica la lectura de los UID de las tarjetas mifare que funcionan a la frecuencia 15.56MHz del Lector RFID-RC522.

La comunicación e interacción del programa con el lector RFID es a través de la red LAN y una dirección IP Estática para la comunicación con la base de datos MySQL.

La base de datos MySQL se instala mediante los siguientes comandos:

```
sudo apt-get update && sudo apt-get upgrade
sudo apt-get install mysql-client
sudo apt-get install mysql-server
sudo apt-get install python-mysqldb
```

*Figura 67.* Instalación de MySQL Cliente y Servidor

Los comandos descritos anteriormente sirven para la actualización de los componentes de la Raspberry pi, como también la instalación de la base de datos MySQL modo cliente y servidor con una librería adicional para que Python tenga una cadena de conexión con la lectura del script.

En la instalación de MySQL se crea privilegios de usuario para la conexión con la base de datos y la aplicación web. Además, se coloca algunos comandos en el script de Python para almacenar la información del UID de los Carnets y como resultado se tiene que cada vez que lea el carnet se actualice y envíe la información.

```
import MySQLdb
db=MySQLdb.connect(host="",user="",passwd="",db="")
cursor = db.cursor()
sql="SENTENCIA SQL"
cursor.execute(sql)
db.commit()
cursor.close()
db.close()
```

*Figura 68.* Comandos en el Script de Python

### **2.6.5 Comunicación entre el Lector Antena RFID y la base de datos**

Se configura un servicio de Windows en la máquina virtual del data center experimental. El servicio tiene como objetivo obtener el identificador de los tags que han pasado por el área de cobertura de la antena

Además, el servicio almacena en la base de datos el identificador de los tags, la

hora y fecha, en la que el lector antena detecta la presencia de alguna etiqueta.

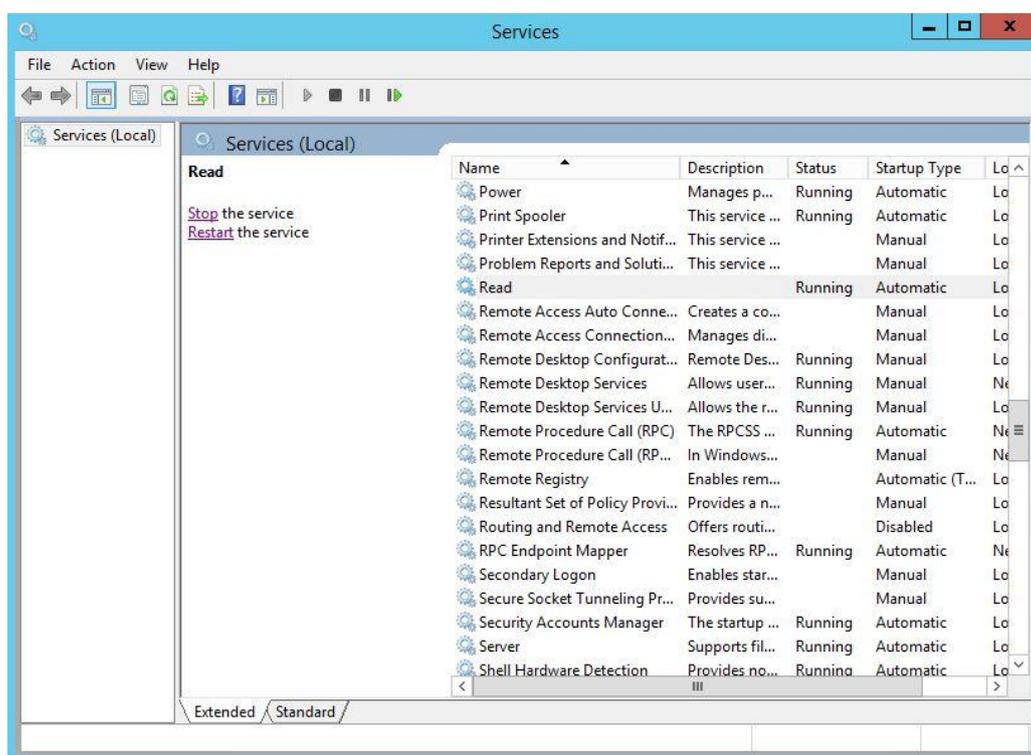


Figura 69. Iniciar Servicio de conexión con Antena RFID

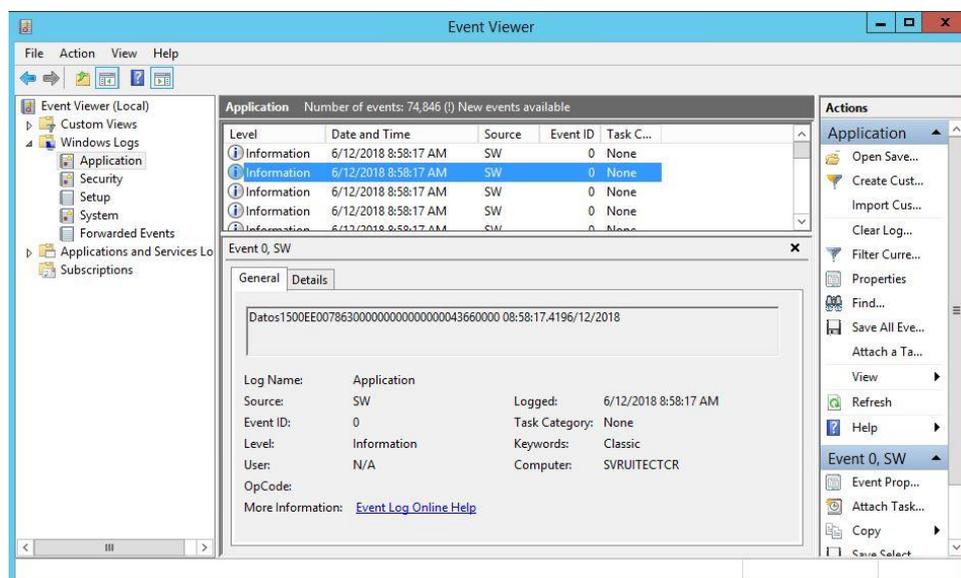


Figura 70. Detección del Identificador del Tag en el Área de Cobertura

## 2.6.6 Configuración de base de datos

Mediante el desarrollo de base de datos se tomó en cuenta la normalización de las tablas, el proceso de almacenamiento y el funcionamiento del sistema de inventario RFID.

A continuación, se describe los bloques que contiene el esquema de base de datos:

Tabla 11.

*Bloque 1 Rol*

Indicador	Descripción
Id_Rol	Indicador del rol
Nombre_Rol	Registra el nombre del rol del usuario
Descripcion_Rol	Describe la función del usuario

Tabla 12.

*Bloque 2 Login Persona*

Indicador	Descripción
Id_LoginPersona	Indicador del Login del sistema
NombreLoginPersona	Registra el nombre del usuario
ContraseñaLoginPersona	Registra la contraseña del usuario

Tabla 13.

*Bloque 3 Persona*

Indicador	Descripción
Id_Persona	Indicador del registro de persona
Id_LoginPersona	Indicador del login de persona
Id_Rol	Indicador del rol de persona
Nombre1Persona	Registra el primer nombre del usuario
Nombre2Persona	Registra el segundo nombre del usuario
Apellido1Persona	Registra el primer apellido nombre del usuario
Apellido2Persona	Registra el segundo apellido del

	usuario
CedulaPersona	Registra la cédula de la persona
CorreoPersona	Registra el correo de la persona
DireccionPersona	Registra la dirección de la persona
FacultadPersona	Registra la facultad a la que pertenece la persona
CarreraPersona	Registra la carrera a la que pertenece la persona
MatriculaPersona	Registra la matrícula de la persona
TelefonoFijoPersona	Registra el teléfono fijo del usuario
TelefonoMovilPersona	Registra el teléfono móvil del usuario
UIDCarnetPersona	Registra el identificador del carnet de la persona

Tabla 14.

*Bloque 4. Préstamo*

Indicador	Descripción
Id_Prestamo	Indicador del elemento del sistema
Nro_Prestamo	Registra el número del préstamo
Id_Persona	Indicador de persona
Id_Elemento	Indicador del elemento de préstamo
Id_Estado	Indicador del estado del préstamo
Id_TipoPrestamo	Indicador del tipo de préstamo
Id_DocumentoPrestamo	Indicador del documento del préstamo
FechaPrestamo	Registra de fecha del préstamo

FechaFPrestamo	Registra de fecha de la devolución
HoraPrestamo	Registra de la hora del préstamo
HoraFPrestamo	Registra de la hora de la devolución
ObservacionPrestamo	Registra observaciones

Tabla 15.

*Bloque 5 Tipo de préstamo*

Indicador	Descripción
Id_TipoPrestamo	Indicador del tipo de préstamo
NombreTipoPrestamo	Registra el nombre del tipo de préstamo
DescripcionTipoPrestamo	Registra la descripción del tipo de préstamo

Tabla 16.

*Bloque 6 Documento Prestado*

Indicador	Descripción
Id_DocumentoPrestado	Indicador del documento en el que se registra el préstamo
NombreDocumentoPrestado	Registra el nombre del documento que se genera en el préstamo
PathDocumentoPrestado	Registra la dirección en donde se guarda el documento del prestado
DescripcionDocumentoPrestado	Describe el documento del prestado
PathFDocumentoPrestado	Registra la dirección en donde se guarda el documento de la

	devolución
NombreDocumentoDevolucion	Registra el nombre del documento de devolución
Id_DocumentoPrestamo	Indicador del documento de devolución
FechaDocumentoPrestamo	Registra la fecha del préstamo
HoraDocumentoPrestamo	Registra la hora en la que se generó el documento prestado
FechaFDocumentoPrestamo	Registra la hora del documento de devolución
HoraFDocumentoPrestamo	Registra la hora del documento de devolución

Tabla 17.

*Bloque 7 Estado*

Indicador	Descripción
Id_Estado	Indicador del Estado del sistema
NombreEstado	Registra el nombre del estado del préstamo
DescripcionEstado	Registra descripción del estado del préstamo

Tabla 18.

*Bloque 8 Elemento*

Indicador	Descripción
Id_Elemento	Indicador del elemento del sistema
Id_TipoElemento	Indicador del tipo de elemento
Id_Tag	Indicador del número de tag
Id_Marca	Indicador de marca del elemento
NombreElemento	Registra el nombre del elemento

CantidadElemento	Registra la cantidad del elemento
LugarElemento	Registra el lugar donde se encuentra el elemento
CodigoUdlaElemento	Registra el código que se asigna al activo UDLA
NumeroSerieElemento	Registra el número de serie del elemento
FotografiaElemento	Registra la fotografía del elemento
ObservacionElemento	Registra las observaciones que tiene el elemento
EstadoElemento	Registra el estado del elemento Óptimo, Dañado
DisponibilidadElemento	Registra la disponibilidad del elemento Disponible, No disponible, Extraviado, Prestado

Tabla 19.

*Bloque 9 Tipo de elemento*

Indicador	Descripción
Id_TipoElemento	Indicador del tipo de elemento
NombreTipoElemento	Registra el nombre del tipo de elemento
DescripcionTipoElemento	Registra descripción de tipo de elemento

Tabla 20.

*Bloque 10 Modelo*

Indicador	Descripción
Id_Modelo	Indicador del modelo del elemento
NombreModelo	Registra el nombre del modelo del elemento
DescripcionModelo	Registra la descripción del modelo del elemento

Tabla 21.

*Bloque 11 Marca*

Indicador	Descripción
Id_Marca	Indicador de la marca del elemento
Id_Modelo	Indicador del modelo del elemento
NombreMarca	Registra nombre de la marca del elemento
DescripcionMarca	Registra la descripción de la marca del elemento

Tabla 22.

*Bloque 12 Tag*

Indicador	Descripción
Id_Tag	Indicador del número del tag
NombreTag	Registra el nombre del tag
EstadoTag	Registra el estado del estado
DescripcionTag	Registra la descripción del tag

Tabla 23.

*Bloque 13 Registro*

Indicador	Descripción
Id_Registro	Indicador del registro de entradas y salida de los tags
Id_Tag	Indicador del número de los tags
NombreRegistro	Registra nombre de los tags
FechaRegistro	Registra la fecha de las entradas y salidas de los tags
EstadoRegistro	Registra el estado de los tags, puede ser "S" Salida o "E" Entrada
DescripcionTipoElemento	Registra la descripción del tipo de elemento
HoraRegistro	Registra la hora de entrada o salida de los tags

### 3. CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se analiza los resultados obtenidos mediante pruebas de funcionamiento de los equipos en tiempo real, lo que permite realizar comparaciones y evaluaciones críticas según parámetros establecidos.

#### 3.1. Equipos adquiridos

El objetivo de realizar pruebas a los equipos adquiridos es verificar el acoplamiento de estos.

##### 3.1.1. Parámetros seleccionados para el funcionamiento del Lector-Antena

Para determinar la altura del Lector-Antena se considera la altura de la puerta de la UITEC, que es de 2.20 m.

La antena tiene un alcance de entre 3 a 6 m con los siguientes parámetros.

Tabla 24.

*Parámetros de Antena de Fábrica*

<b>Parámetros de Lectura</b>	
<b>Potencia</b>	30 dbm
<b>Max. Tiempo de Escaneo</b>	3*100 ms
<b>Min. Frecuencia</b>	902,6 MHz
<b>Max. Frecuencia</b>	927,4 MHz
<b>Tasa de Transmisión</b>	57600 bps
<b>Parámetros de Trabajo</b>	
<b>Intervalo salido de dato</b>	30*10 ms
<b>Intervalo del Pulso</b>	15*100 us
<b>Ancho del Pulso</b>	10*10 us
<b>Parámetros de Lectura Etiquetas</b>	
<b>Tipo de Etiquetas:</b>	EPC C1G2
<b>Tipo de Conexión:</b>	RS232/RS485
<b>Área de almacenamiento</b>	EPC
<b>Tiempo de Lectura</b>	0*1 [s]
<b>Numero de Lectura de bytes</b>	8

Como resultado se obtiene que:

- Las etiquetas son leídas 30 veces en un periodo de 1 segundo.
- La potencia de la antena es de 30 dbm, por lo que se detectan etiquetas RFID en un área de cobertura de 4 metros aproximadamente.
- El lector-antena RFID se puede colocar a una altura de hasta 5 metros, cuando la potencia es de 30 dbm, la frecuencia mínima de 902,6 MHz y la frecuencia máxima de 927,4 MHz.

Prueba 1. El lector-antena RFID es configurada con los siguientes parámetros:

Tabla 25.

*Parámetros de Lector Antena Prueba 1*

<b>Parámetros de Lectura</b>	
<b>Potencia</b>	20 dbm
<b>Max. Tiempo de Escaneo</b>	10*100 ms
<b>Min. Frecuencia</b>	902.6 MHz
<b>Max. Frecuencia</b>	927,4 MHz
<b>Tasa de Transmisión</b>	57600 bps
<b>Parámetros de Trabajo</b>	
<b>Intervalo salido de dato</b>	10*10 ms
<b>Intervalo del Pulso</b>	200*100 us
<b>Ancho del Pulso</b>	30*10 us
<b>Parámetros de Lectura Etiquetas</b>	
<b>Tipo de Etiquetas:</b>	EPC C1G2
<b>Tipo de Conexión:</b>	RS232/RS485
<b>Área de almacenamiento</b>	EPC
<b>Tiempo de Lectura</b>	5*1 [s]
<b>Número de Lectura de bytes</b>	8

Como resultado se obtiene que:

- Las etiquetas son leídas 8 veces en un periodo de 5 segundos.
- La potencia de la antena es de 20 dbm, por lo que se detectan etiquetas RFID en un área de cobertura de 3 metros aproximadamente.
- El lector-antena RFID se puede colocar a una altura de hasta 3 metros, cuando la potencia es de 20 dbm, la frecuencia mínima de 902,6 MHz y la frecuencia máxima de 927,4 MHz.

Prueba 2. El lector-antena RFID es configurada con los siguientes parámetros:

Tabla 26.

*Parámetros de Antena Prueba 2*

<b>Parámetros de Trabajo</b>	
<b>Intervalo salido de dato</b>	20*10 ms
<b>Intervalo del Pulso</b>	240*100 us
<b>Ancho del Pulso</b>	80*10 us
<b>Parámetros de Lectura Etiquetas</b>	
<b>Tipo de Etiquetas:</b>	EPC C1G2
<b>Tipo de Conexión:</b>	RS232/RS485
<b>Área de almacenamiento</b>	EPC
<b>Tiempo de Lectura</b>	7*1 [s]
<b>Numero de Lectura de bytes</b>	8

Como resultado se obtiene que:

- Las etiquetas son leídas 1 vez en un periodo de 7 segundos.
- La potencia de la antena es de 10 dbm, por lo que se detectan etiquetas RFID en un área de cobertura de alrededor de 1.5 metros.
- El tiempo de lectura de los tags es de 5 segundos, para determinar este tiempo se considera la entrada y salida de una persona de la UITEC cuando la puerta está abierta y cuando la puerta está cerrada.
- Si un usuario es encontrado parado en dirección a la antena esta identifica 6 veces el elemento en un periodo de 7 segundos y genera 6 alertas de entrada y salida.
- Se debe considerar que los 6 datos obtenidos son en tiempo real y únicos, por lo que se debe almacenar en la base de datos

## Resultados con Parámetros de Antena

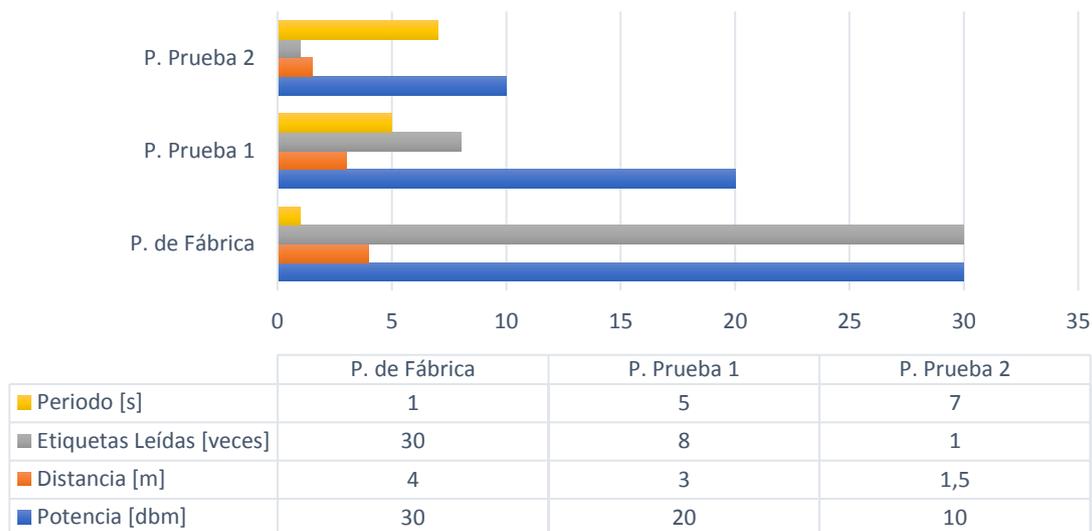


Figura 71. Gráfico de Resultados con Parámetros de la Antena

### 3.1.2. Detección de etiquetas por Lector/Antena

Para designar las etiquetas con el alcance y parámetros de la antena se coloca la antena a diferentes distancias (0.50, 1 y 2 m), se obtuvo varios resultados, considerando que si se sobrepone a las etiquetas éstas generan interferencia en la identificación.

#### 3.1.2.1. Etiqueta pasiva TE25

Prueba 1. El lector-Antena RFID con 2 etiquetas TE25 en el área de cobertura y según los siguientes parámetros:

Tabla 27.

*Parámetros Lector-Antena RFID en prueba 1*

<b>Especificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Potencia</b>	30 dbm
<b>Tiempo de lectura de etiquetas</b>	1 s
<b>Mínimo de Frecuencia</b>	902 MHz
<b>Máxima Frecuencia</b>	927.4 MHz
<b>Altura de antena</b>	0.50 m

Se tiene como resultado que:

- El área de cobertura en el que la antena detecta la presencia de los dos tags en aproximadamente 3 metros.
- La identificación de las etiquetas es de 5 veces cada una en un periodo de 1 s.

Prueba 2. El lector-Antena RFID con 3 etiquetas TE25 en el área de cobertura y según los siguientes parámetros:

Tabla 28.

*Parámetros Lector-Antena Prueba2*

<b>Potencia</b>	20 dbm
<b>Tiempo de lectura de etiquetas</b>	3 s
<b>Mínimo de Frecuencia</b>	902 MHz
<b>Máxima Frecuencia</b>	927.4 MHz
<b>Altura de antena</b>	1 m

Se tiene como resultado que:

- El área de cobertura en el que la antena detecta la presencia de 3 tags es aproximadamente 2 metros.
- La identificación de las etiquetas es normal, aproximadamente se lee 3 veces cada etiqueta en un periodo de 3 s.

Prueba 3. El lector-Antena RFID detecta 5 o más etiquetas TE25 en el área de cobertura y según los siguientes parámetros:

Tabla 29.

*Parámetros Lector-Antena Prueba 3*

<b>Potencia</b>	10 dbm
<b>Tiempo de lectura de etiquetas</b>	5 s
<b>Mínimo de Frecuencia</b>	910.6 MHz
<b>Máxima Frecuencia</b>	927.4 MHz
<b>Altura de antena</b>	2.20 m
<b>Superficie Metálica</b>	Si

Finalmente, en la prueba 3 tenemos como resultado que:

- El área de cobertura en el que la antena detecta la presencia de los dos tags es de aproximadamente 1 metro
- La identificación de las etiquetas es rápida, aproximadamente se lee 1 vez cada etiqueta en un periodo de 5 s.
- Las etiquetas TE25 tienen una interferencia del 90% en elementos metálicos

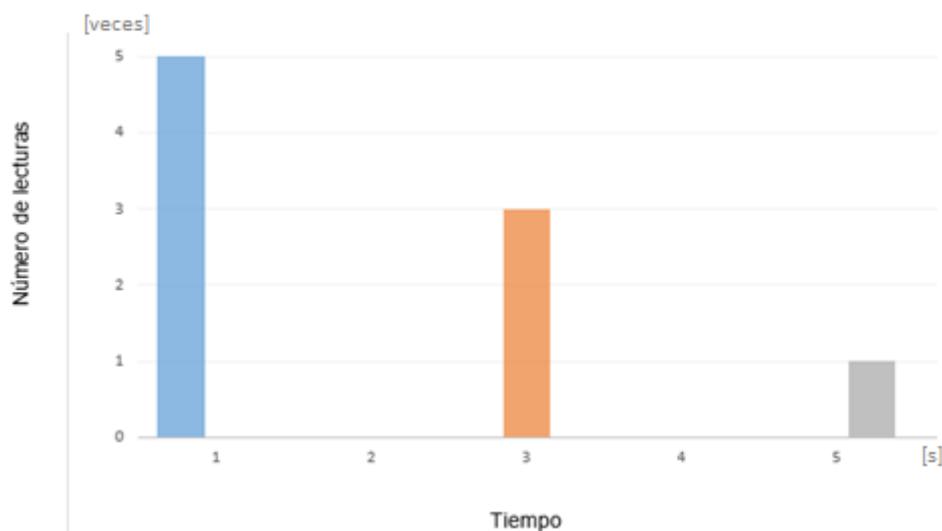


Figura 72. Gráfico de la Relación entre el número de lectura con respecto al Tiempo

### 3.1.2.2. Etiqueta pasiva Confidex Steelwave Micro

Prueba 1. El lector-Antena RFID con 2 etiquetas Confidex Steelwave Micro en el área de cobertura y según los siguientes parámetros:

Tabla 30.

*Parámetros Lector-Antena con etiquetas Confidex*

<b>Potencia</b>	5 dbm
<b>Tiempo de lectura de etiquetas</b>	1 s
<b>Mínimo de Frecuencia</b>	902 MHz
<b>Máxima Frecuencia</b>	927.4 MHz
<b>Altura de antena</b>	50 cm

Se tiene como resultado que:

- La identificación de las etiquetas es irregular, aproximadamente se lee 1 vez cada etiqueta en un periodo de 1 s.

- Se debe aumentar el nivel de potencia a más de 5 dbm, para que los tags sean identificados a una distancia de 1 metro.

Prueba 2. El lector-Antena RFID con 3 etiquetas Confidex Steelwave Micro en el área de cobertura y según los siguientes parámetros:

Tabla 31.

*Parámetros Lector-Antena Prueba 2 etiquetas Confidex*

<b>Potencia</b>	8 dbm
<b>Tiempo de lectura de etiquetas</b>	3 s
<b>Mínimo de Frecuencia</b>	902 MHz
<b>Máxima Frecuencia</b>	927.4 MHz
<b>Altura de antena</b>	1 m

Se tiene como resultado que:

- La identificación de las etiquetas es irregular, aproximadamente se lee 1 vez cada etiqueta en un periodo de 3 s.
- Se debe aumentar el nivel de potencia a más de 8 dbm, para que los tags sean identificados a una distancia de 1.5 metros.

Prueba 3. El lector-Antena RFID detecta 5 o más etiquetas TE25 en el área de cobertura y según los siguientes parámetros:

Tabla 32.

*Parámetros Lector-Antena Prueba 3 etiquetas Confidex*

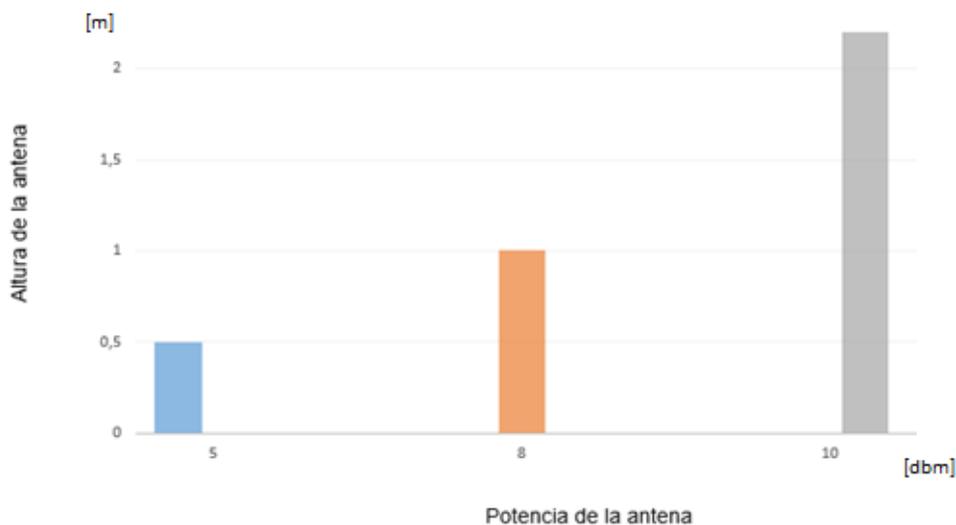
<b>Potencia</b>	10 dbm
<b>Tiempo de lectura de etiquetas</b>	5 s
<b>Mínimo de Frecuencia</b>	910.6 MHz
<b>Máxima Frecuencia</b>	927.4 MHz
<b>Altura de antena</b>	2.20 m

Finalmente, en la prueba 3 tenemos como resultado que:

- La identificación de las etiquetas es normal, aproximadamente se lee 1

vez cada etiqueta en un periodo de 5 s.

- A una altura de 2.20 m se define que la potencia de la antena es de 10 dbm.



*Figura 73.* Relación de la altura con respecto a la Potencia de la Antena

### 3.1.2.3. Manejo de las etiquetas por parte del usuario.

El comportamiento de los usuarios con el sistema de inventario proporciona dos escenarios:

**Escenario 1.** El usuario obstaculiza la lectura de las etiquetas con la cabeza o alguna parte de su cuerpo.

Como resultado se obtuvo que:

- No existe lectura de etiquetas en el área de cobertura.
- Existe fenómeno de difracción.
- No se almacena la información de las etiquetas en la base de datos.
- El administrador no recibe en su correo electrónico notificaciones sobre los elementos que salieron de la UITEC.



*Figura 74.* Prueba realizada según el escenario 1

**Escenario 2.** El usuario coloca varias herramientas que tienen adheridas etiquetas RFID TE25 dentro de su mochila y se retira de la UITEC.

Como resultado se obtuvo que:

- La lectura de las etiquetas en el área de cobertura es de 1 lectura en un intervalo de tiempo de 1 segundo.
- No existe fenómeno de difracción.
- Se almacena la información de las etiquetas en la base de datos.
- El administrador recibe en su correo electrónico notificaciones sobre los elementos que salieron de la UITEC.



Figura 75. Prueba según el escenario 2

## Comportamiento de Elementos

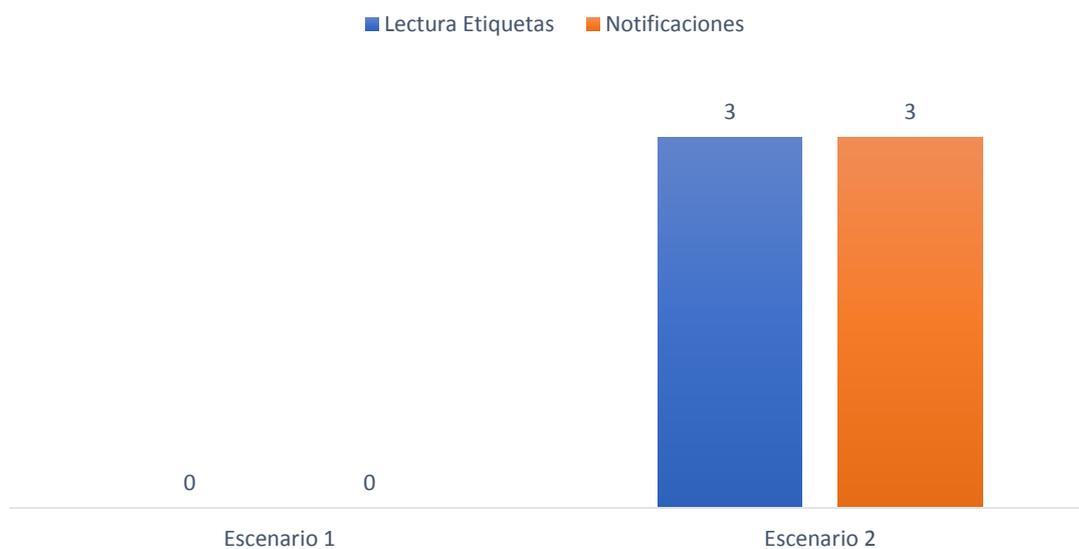


Figura 76. Gráfico de Resultados del Comportamiento de los Elementos.

### 3.1.3 Lectura del Módulo RFID

El dispositivo RFID RC522 permite la lectura de tarjetas MIFARE de 1K y 4 K que son utilizadas en la Universidad de las Américas.

Prueba 1. El administrado registra el identificador del carnet del nuevo usuario en el sistema, según los siguientes parámetros:

Tabla 33.

*Descripción de Prueba 1 Modulo RFID con Raspberry pi*

<b>Especificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Raspberry pi</b>	Conectado a internet
<b>Sitio Web</b>	Seleccionar la pestaña Añadir Persona
<b>Distancia entre el módulo RFID y carnet del usuario</b>	0,50 mm

Como resultado se obtuvo:

- El módulo RFID realizó una lectura óptima, cuando el carnet está separado a 0,50 cm del módulo RFID.
- Se visualiza el número del identificador en la página Web



*Figura 77. Lectura del Carnet Prueba 1 con el Módulo RFID RC522*

Prueba 2. El administrado registra el identificador del carnet del nuevo usuario en el sistema, según los siguientes parámetros:

Tabla 34.

*Prueba 2 Módulo RFID con Raspberry pi*

<b>Especificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Raspberry pi</b>	Conectado a internet
<b>Sitio Web</b>	Seleccionar la pestaña Añadir Persona
<b>Distancia entre el módulo RFID y carnet del usuario</b>	2 cm

Como resultado se obtuvo:

- El módulo RFID no realizó lectura, cuando el carnet está separado a 2 cm del módulo RFID.
- No se visualiza el número del identificador en la página Web



*Figura 78. Lectura del Carnet Prueba 2 con el Módulo RFID RC522*

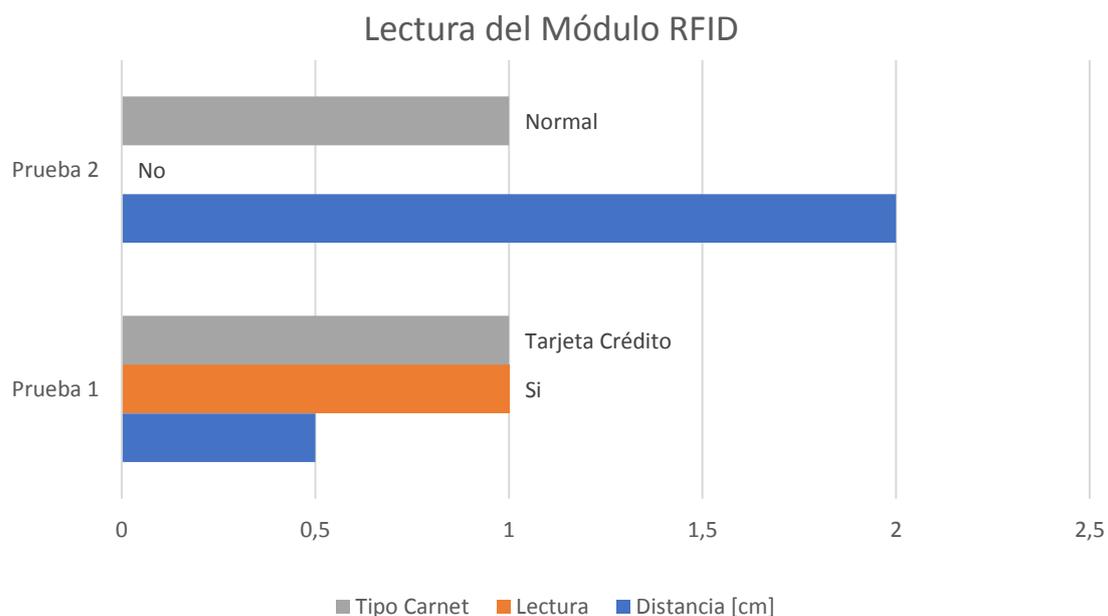


Figura 79. Gráfico de Resultados del Módulo RFID

## 3.2. Funcionamiento del Sistema

El objetivo es detallar la información obtenida del funcionamiento de la página web que administra el sistema de inventario RFID.

### 3.2.1. Agregar Persona

En la opción Agregar Persona se realiza las siguientes pruebas:

Prueba 1. Registrar nuevo usuario en el sistema de gestión de inventario con los siguientes parámetros:

Tabla 35.

*Agregar Persona Prueba 1*

Especificación	Descripción
<b>Formulario</b>	La información del nuevo usuario se encuentra incompleta.
<b>Identificación del carnet</b>	Se registra en la página web el número del carnet

Como resultado se obtiene:

- Al momento de guardar la información, esta no se almacena en la base de datos.
- El administrador podrá visualizar un mensaje de error, debido a que en este formulario se necesita ingresar toda la información del nuevo usuario.

Prueba 2. Registrar usuario nuevo en el sistema de gestión de inventario con los siguientes parámetros:

Tabla 36.

*Agregar Persona Prueba 2*

<b>Especificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Formulario</b>	Se ingresa el nombre, dos apellidos, número de cédula, teléfono móvil, número de matrícula y correo electrónico
<b>Identificación del carnet</b>	Se registra en la página web el número del carnet

Como resultado se obtiene:

- La información del nuevo usuario se almacena en la base de datos, debido a que el administrador completo los parámetros mínimos del formulario.

Prueba 3 Registrar usuario nuevo en el sistema de gestión de inventario con los siguientes parámetros:

Tabla 37.

*Agregar Persona Prueba 3*

<b>Especificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Formulario</b>	El administrador ingresa el número de cedula, matricula o ID carnet de un usuario ya registrado.

Como resultados se tiene:

- La información del nuevo usuario no se almacena en la base de datos, debido a que el administrador registro algún parámetro ya ingresado anteriormente en otro usuario.

AGREGAR PERSONA

Primer Nombre :       Tipo de Rol:

Segundo Nombre:       Nro. Identificación:

Apellido Paterno:       Teléfono Movil:

Apellido Materno:       Teléfono Fijo:

Facultad:       Carrera:

Matricula:

Correo electrónico:

Dirección:

ID Carnet:

Figura 80. Pruebas de Agregar Persona del Sistema de Inventario

### 3.2.2. Modificar Persona

En la opción Modificar Persona se realiza las siguientes pruebas:

Prueba 1. Modificar usuario existente en el sistema de gestión de inventario con los siguientes parámetros:

Tabla 38.

#### *Modificar Persona Prueba 1*

Especificación	Descripción
<b>Formulario</b>	La información del incompleta del usuario existente.
<b>Identificación del carnet</b>	Se registra en la página web el número del carnet

Como resultado se obtiene:

- Al momento de guardar la información, esta no se almacena en la base de datos.
- El administrador podrá visualizar un mensaje de error, debido a que en este formulario se necesita ingresar toda la información del usuario.

Prueba 2. Modificar usuario existente en el sistema de gestión de inventario con los siguientes parámetros:

Tabla 39.

*Modificar Persona Prueba 2*

<b>Especificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Formulario</b>	Se ingresa el nombre, dos apellidos, número de cédula, teléfono móvil, número de matrícula y correo electrónico
<b>Identificación del carnet</b>	Se registra en la página web el número del carnet

Como resultado se obtiene:

- La información del usuario se actualiza en la base de datos, debido a que el administrador completo los parámetros mínimos del formulario.

Prueba 3. Modificar usuario existente en el sistema de gestión de inventario con los siguientes parámetros:

Tabla 40.

*Modificar Persona Prueba 3*

<b>Especificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Formulario</b>	El administrador ingresa el número de cedula, matricula, ID carnet de un usuario ya registrado.

Como resultados se tiene:

- La información del nuevo usuario no se actualiza en la base de datos, debido a que el administrador registro algún parámetro ya ingresado anteriormente en otro usuario.

**MODIFICAR PERSONA**

 Nro. Identificación:

Primer Nombre :  Tipo de Rol:

Segundo Nombre:  C. I.:

Apellido Paterno:  Teléfono Movil:

Apellido Materno  Teléfono Fijo:

Facultad:  Carrera:

Matricula:

Correo electronico:

Dirección:

ID Carnet:  

Figura 81. Pruebas de Modificar Persona del Sistema de Inventario

### 3.2.3. Préstamo

En la opción Préstamo se realiza las siguientes pruebas:

Prueba 1. El administrador realiza un préstamo a un usuario existente, con los siguientes parámetros.

Tabla 41.

*Solicitud de Préstamo de Elementos Prueba 1.*

Especificación	Descripción
<b>Validación del usuario</b>	El administrador lee un carnet que no pertenece al usuario que solicita el préstamo.

Como resultado se obtiene:

- Al momento de verificar la información, el administrador puede visualizar en la página web que la identificación no es válida.
- El administrador no puede seleccionar los elementos para continuar con el préstamo.

Prueba 2. El administrador realiza un préstamo a un usuario existente, con los siguientes parámetros.

Tabla 42.

*Solicitud de Préstamo de Elementos Prueba 2*

<b>Especificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Validación del usuario</b>	El administrador lee un carnet que pertenece al usuario que solicita el préstamo.

Como resultado se obtiene:

- Al momento de verificar la información, el administrador puede visualizar en la página web que la identificación es válida.
- El administrador puede seleccionar los elementos para continuar con el préstamo y guardar la información.
- Por seguridad se envía un correo a las personas involucradas en el préstamo el administrador y el usuario.

**Sistema Inventario UI TEC**

**PRESTAMO DE ELEMENTOS**

**No.**

**Nombre:**

**Telefonos:**

**Matricula:**

**Correo:**

**Motivo:**  Proyecto de Investigación  Salida de Campo  Trabajo de Titulación

**Materia o Proyecto:**

**Carnet:**

**Elemento Prestado:**

**Fecha:**

**C. I. :**

**Dirección:**

**Facultad:**

**Responsable:**

**Tipo Préstamo:**

**Carrera:**

NroElemento	Cantidad	Marca	Modelo	EstadoEntrega	EstadoDevolucion	Accesorios
5	Cargador de baterias	Energizer	Cargador de baterias			&nbsp; <input type="button" value="Eliminar"/> <input type="button" value="Editar"/>

Figura 82. Préstamo de Elementos

### Prestamo de Elementos

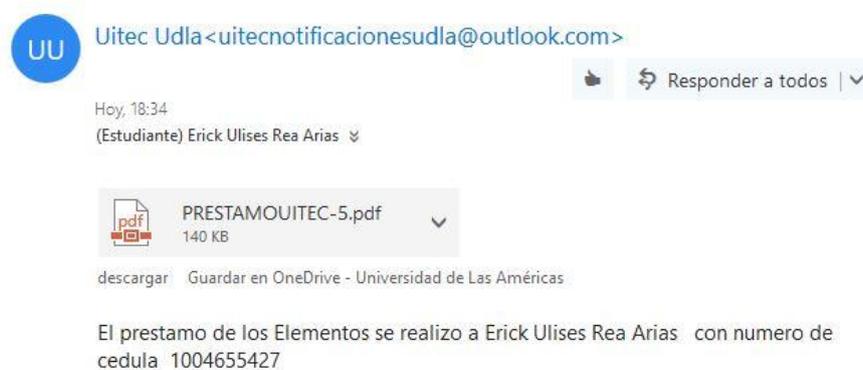


Figura 83. Envío de Correo del Préstamo

### 3.2.4. Devolución

En la opción Devolución se realiza las siguientes pruebas:

Prueba 1. El administrador realiza una devolución con los siguientes parámetros:

Tabla 43.

*Devolución de Elementos Prueba 1*

<b>Especificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Validación del usuario</b>	El administrador lee un carnet que no pertenece al usuario que solicita el préstamo.

Como resultado se obtiene:

- Al momento de verificar la información, el administrador puede visualizar en la página web que la identificación no es válida.
- El administrador no puede acceder a la información de los elementos prestados al usuario.

Prueba 2. El administrador realiza una devolución con los siguientes parámetros:

Tabla 44.

*Devolución de Elementos Prueba 2*

<b>Especificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Validación del usuario</b>	El administrador lee un carnet que pertenece al usuario que solicita el préstamo.

Como resultado se obtiene:

- Al momento de verificar la información, el administrador puede visualizar en la página web que la identificación es válida.
- El administrador puede devolver los elementos prestados.

**Sistema Inventario UITEC**

**DEVOLUCIÓN DE ELEMENTOS**





Id Elemento	CodigoUdla	Marca	Modelo	Fecha	Hora	Observacion	Estado
5	Cargador de baterias	0	Energizer CHVCM3	6/11/2018 12:00:00 AM	6:33:29 PM		<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 84. Análisis Devolución de Elementos

### 3.2.5. Reportes

En la opción Reportes se analiza dos escenarios

Escenario 1. El administrador obtiene un reporte con los siguientes parámetros:

Tabla 45.

*Reporte de Elementos Escenario 1*

Especificación	Descripción
<b>Elemento</b>	Prestado/Disponible
<b>Tipo de elemento</b>	Activo UDLA/Activo UITEC

Como resultado se obtiene:

- Un reporte como los elementos prestados o disponibles, sean Activos UDLA o Activos UITEC, según lo seleccionado por el administrador
- El administrador puede descargar un PDF con los elementos obtenidos en el reporte

**Sistema Inventario UITEC**

**REPORTE DE INVENTARIO**

Fecha Inicial:

Fecha Final:

Nro	Fecha	Hora	Prestamo	Devolucion	Nombre	Apellidos			
1	2018-07-23	12:37:58 PM	PRESTAMOUITEC-1	DEVOLUCIONUITEC-1	Erick	Rea	Arias		
2	2018-07-23	12:39:33 PM	PRESTAMOUITEC-2	DEVOLUCIONUITEC-2	Erick	Rea	Arias		
3	2018-07-23	1:19:00 PM	PRESTAMOUITEC-3	DEVOLUCIONUITEC-3	Ruth	Cantos	Mena		
4	2018-07-24	4:47:31 PM	PRESTAMOUITEC-4	DEVOLUCIONUITEC-4	Stiward	Solano	Cueva		
5	2018-07-24	5:23:44 PM	PRESTAMOUITEC-5	DEVOLUCIONUITEC-5	Ruth	Cantos	Mena		
6	2018-07-25	4:42:27 PM	PRESTAMOUITEC-6	DEVOLUCIONUITEC-6	Mishell	Cuñas	Cuñas		

Figura 85. Análisis Reportes de Inventario

### 3.2.6. Agregar Elementos

En la opción Agregar Elementos se realiza las siguientes pruebas:

Prueba 1. Registrar un nuevo elemento en el sistema de gestión de inventario con los siguientes parámetros:

Tabla 46.

*Agregar de Elemento Prueba 1*

Especificación	Descripción
<b>Formulario</b>	La información del elemento se encuentra incompleta.

Como resultado se obtiene:

- Al momento de guardar la información, esta no se almacena en la base de datos.
- El administrador podrá visualizar un mensaje de error, debido a que en este formulario se necesita ingresar toda la información del nuevo elemento.

Prueba 2. Registrar un nuevo elemento en el sistema de gestión de inventario con los siguientes parámetros:

Tabla 47.

*Agregar Elementos Prueba 2*

<b>Especificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Formulario</b>	Se ingresa el nombre, código UDLA, ubicación, tipo de elemento, marca, número de tag, fotografía

Como resultado se obtiene:

- La información del nuevo elemento se almacena en la base de datos, debido a que el administrador completo los parámetros mínimos del formulario.

Prueba 3 Registrar usuario nuevo en el sistema de gestión de inventario con los siguientes parámetros:

Tabla 48.

*Agregar Elemento Prueba 3*

<b>Especificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Formulario</b>	El administrador ingresa nombre, código UDLA, ubicación, tipo de elemento, marca, número de tag de un elemento ya registrado.

Como resultados se tiene:

- La información del nuevo elemento no se almacena en la base de datos, debido a que el administrador registro algún parámetro ingresado anteriormente en otro elemento.

**Sistema Inventario UITEC**

**AGREGAR ELEMENTOS**

Nombre de Elemento:

Tipo de Elemento:

Ubicación:       Marca:

Numero de Serie:       Tag:

Fotografía:  No file selected.

Accesorios:

Figura 86. Análisis Agregar Elementos

### 3.2.7. Modificar Elementos

En la opción Modificar Elementos se realiza las siguientes pruebas:

Prueba 1. Actualizar la información de un elemento existente en el sistema de gestión de inventario con los siguientes parámetros:

Tabla 49.

*Modificar de Elemento Prueba 1*

Especificación	Descripción
<b>Formulario</b>	La información del elemento se encuentra incompleta.

Como resultado se obtiene:

- Al momento de actualizar la información, esta no se almacena en la base de datos.
- El administrador podrá visualizar un mensaje de error, debido a que en este formulario se necesita ingresar toda la información del elemento.

Prueba 2. Actualizar la información de un elemento ya existente en el sistema de gestión de inventario con los siguientes parámetros:

Tabla 50.

*Modificar Elementos Prueba 2*

<b>Especificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Formulario</b>	Se ingresa el nombre, código UDLA, ubicación, tipo de elemento, marca, número de tag, fotografía

Como resultado se obtiene:

- La información del elemento se actualiza en la base de datos, debido a que el administrador completo los parámetros mínimos del formulario.

Prueba 3. Actualizar la información de un elemento ya existente en el sistema de gestión de inventario con los siguientes parámetros:

Tabla 51.

*Modificar Elemento Prueba 3*

<b>Especificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Formulario</b>	El administrador ingresa nombre, código UDLA, ubicación, tipo de elemento, marca, número de tag de un elemento ya registrado.

Como resultados se tiene:

- La información del elemento no se almacena en la base de datos, debido a que el administrador registro algún parámetro ya ingresado anteriormente en otro elemento.

**MODIFICAR ELEMENTOS**

Nombre de Elemento:

Id	Elemento	Marca	Modelo	Ubicación
7	Radio Control	RadioLink	AT9	A1

Nombre de Elemento:

Cantidad:  Tipo de Elemento:

Codigo Udla:  Marca:

Ubicación:  Tag:

Numero de Serie:

Fotografía:  No file chosen

Figura 87. Análisis Modificar Elementos

### 3.2.8. Dar de Baja

En la opción Dar de baja Elementos se realiza las siguientes pruebas:

Prueba 1. Se dan de baja elementos según los siguientes parámetros:  
Tabla 52.

*Dar de baja Elemento Prueba 1*

Especificación	Descripción
Estado del elemento	Dañado

Como resultado se obtiene:

- El administrador puede dar de baja los elementos que no se encuentran en buen estado.

Prueba 2. Se dan de baja elementos según los siguientes parámetros:  
Tabla 53.

*Dar de baja Elemento Prueba 2*

Especificación	Descripción
Estado del elemento	Óptimo

Como resultado se obtiene:

- El administrador puede observar un mensaje de confirmación antes de dar de baja al elemento
- Cuando el administrador da de baja por error algún elemento que se encuentran en buen estado, debe comunicarse con las personas encargadas del soporte del sistema.



Figura 88. Análisis Dar de Baja

### 3.2.9. Buscar elemento

En la opción Buscar Elementos se realiza las siguientes pruebas:

Prueba 1. Se busca elementos según los siguientes parámetros:

Tabla 54.

*Buscar Elemento Prueba 1*

Especificación	Descripción
Elemento registrado	Si

Como resultado se obtiene:

- El administrador puede visualizar las características y fotografía del elemento.

Prueba 2. Se busca elementos según los siguientes parámetros:

Tabla 55.

*Buscar Elemento Prueba 2*

Especificación	Descripción
Elemento registrado	No

Como resultado se obtiene:

- El administrador no puede visualizar las características y fotografía del elemento, debido a que no se encuentra almacenado en la base de datos.

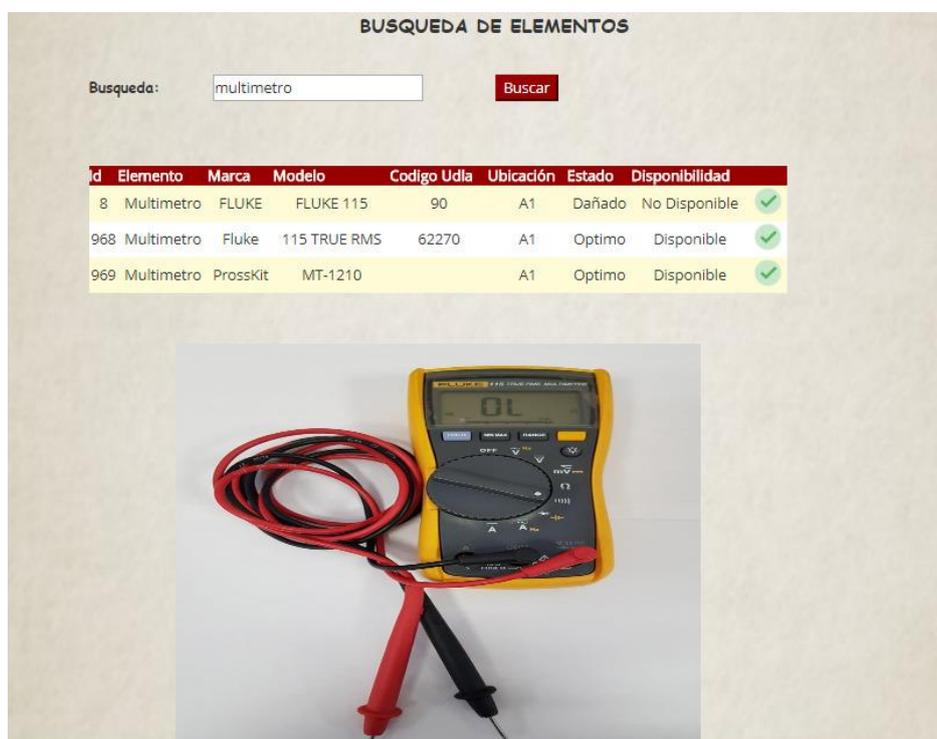


Figura 89. Análisis Buscar Elementos

### 3.2.10. Correo Electrónico

En el correo electrónico se registran pruebas como:

Prueba 1. Salida de elemento de la UITEC:

Tabla 56.

*Correo Electrónico Prueba 1*

Especificación	Descripción
Elemento registrado	Elemento Prestado Internamente

Como resultado se obtiene:

- El administrador puede visualizar una alerta de Préstamo Interno en la bandeja de entrada de su correo electrónico.
- La alerta indica que un elemento que se prestó internamente salió de la UITEC.

Prueba 2. Salida de elemento de la UITEC:

Tabla 57.

*Correo Electrónico Prueba 2*

<b>Especificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Elemento registrado</b>	Elemento no se encuentra registrado como prestado

Como resultado se obtiene:

- El administrador puede visualizar una alerta de Elemento extraviado en la bandeja de entrada de su correo electrónico.
- La alerta indica que un elemento no ha sido prestado y fue sustraído de la UITEC.

Notificacion Elementos



Uitec Udla <uitecnotificacionesudla@outlook.com>

Hoy, 14:56

(Estudiante) Mishell Alejandra Cuñas Cuñas

### Salida de Elementos de la UITEC.

Id_Elemento	Elemento	CodigoUdla	Disponibilidad
1	Cuaderno	234	Extraviado

*Figura 90.* Notificación de correo electrónico.

## 4. CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 4.1. Conclusiones

La antena-lector y las etiquetas RFID se rigen al estándar ISO18000-6C, este estándar tiene un parámetro de comunicación entre 860 a 930 MHz; en el proceso de implementación se concluye que tanto la antena como las etiquetas RFID deben operar a una frecuencia de entre 902 a 928 MHz para comunicarse.

Los carnets institucionales son de tipo MIFARE 1K o 4K, son leídos a través del módulo RFID RC522, debido a que estos dispositivos operan a una frecuencia de 13.56 MHz; de esta manera se obtiene un ID único de los usuarios, lo que facilita los procesos de préstamo y devolución en el sistema de inventario.

Las etiquetas Confidex Steelwave Micro son utilizadas en elementos metálicos, debido a que reducen el efecto de interferencia ocasionado por las superficies metálicas.

En las pruebas realizadas con las etiquetas pasivas TE25 se comprueba experimentalmente que generan un 90% de irregularidad de lectura, cuando están adheridas a superficies metálicas.

Se comprueba que el tiempo promedio de lectura entre el lector-antena RFID y las etiquetas RFID es de 5 segundos, debido a que una persona se demora en salir de la UITEC aproximadamente 8 segundos cuando la puerta está cerrada y 3 segundos cuando la puerta está abierta.

El lector-antena RFID permite una lectura simultanea de 5 tags en un periodo de 5 segundos, se comprueba experimentalmente que todos los datos son almacenados simultáneamente con una diferencia de 0.01 milisegundos.

## 4.2 Recomendaciones

Una recomendación para mejorar del sistema de inventario es colocar un dispositivo electrónico que detecte la presencia de una persona y de esta manera el lector-antena no almacene datos repetitivos en un periodo de tiempo.

El lector-antena RFID opera a través del protocolo de comunicación TCP/IP, por esta razón la velocidad de conexión para la transferencia de datos debe ser mayor o igual a 57600 bps.

En el caso que se necesite añadir otro tipo de etiqueta RFID, se recomienda verificar que la frecuencia en la que opera el nuevo tipo de tag sea entre 902-920 MHz y se rija al estándar ISO18000-6C.

Al momento de dar de baja a un dispositivo se debe tomar en cuenta que esta opción es irreversible por parte del administrador, por lo que se recomienda realizar este proceso cautelosamente.

Las etiquetas pasivas RFID tienen códigos únicos y están asignados a cada elemento de la UITEC, por lo que se recomienda no cambiar o destruir la etiqueta.

## REFERENCIAS

- ALGA RFID. (s.f). *Tarjetas plasticas y pulseras control accesos que es Rfid*. De <http://www.tarjetasplasticasbaratas.com/rfid/content/7-sobre-rfid>
- Arroyo, D. (2017). *Implementación de un prototipo de sistema de alerta mediante tecnología RFID para el equipamiento de un laboratorio en la Universidad de las Américas*. Recuperado el 14 de junio de 2018 de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/8985>
- Atlas RFID Store. (2017). *The Beginner's Guide To RFID Systems*. Recuperado el 15 de junio de 2018 de <https://rfid.atlasrfidstore.com/basics-of-an-rfid-system-ebook>
- Capacho, R. y Nieto, W. (2017). *Diseño de base de datos*. Recuperado el 17 de junio de 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/reader.action?docID=5309026&query=Base+de+Datos>
- Capielo, F. y Pirela, L. (2015). *Sistema de control de inventario*. Recuperado el 18 de junio de 2018 de <https://es.slideshare.net/lfcf27/sistema-de-control-de-inventario-investigacion-de-operaciones-ii-lfcf>
- Castro, A. (s.f). *¿Qué es Raspberry Pi, dónde comprarla y cómo usarla?*. De <https://computerhoy.com/noticias/hardware/que-es-raspberry-pi-donde-comprarla-como-usarla-8614>
- Chang, D. y Lozano, A. (2013). *Desarrollo e implementación de un sistema para el control e inventario continuo, utilizando tecnología RFID, para la biblioteca de la ups sede Guayaquil*. Recuperado el 18 de junio de 2018 de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5521>
- Cox, T. y Lawrence, S. (2018). *Raspberry Pi 3 Cookbook for Python*. Recuperado el 20 de junio de 2018 de [https://books.google.com.ec/books?id=gfRZDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Raspberry+Pi+3+Cookbook+for+Python+Programmers+Unleash+the+potential+of+Raspberry+Pi+3+with+over+100+recipes,+3rd+Edition.&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjJtaW\\_1N7bAhVCiFkKHdGjDwgQ6AEIJTAA#v=](https://books.google.com.ec/books?id=gfRZDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Raspberry+Pi+3+Cookbook+for+Python+Programmers+Unleash+the+potential+of+Raspberry+Pi+3+with+over+100+recipes,+3rd+Edition.&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjJtaW_1N7bAhVCiFkKHdGjDwgQ6AEIJTAA#v=)
- Dipole. (s.f). *Soluciones RFID*. De <http://www.dipolerfid.es/es/Soluciones-RFID>
- Finkenzeller, K. (2010). *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication*. Recuperado el 15 de junio de 2018 de [http://aries.ektf.hu/~dream/e107/e107\\_files/downloads/rfidhand.pdf](http://aries.ektf.hu/~dream/e107/e107_files/downloads/rfidhand.pdf)
- Gavilares, A. (2016). *Implementación de un sistema de monitoreo en el data center de la empresa Seguros Oriente S.A*. Recuperado el 14 de junio de 2018 de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/4914>

- Gómez, M. (2013). *Utilizando el lector NFC RC522 en la Raspberry Pi*. Recuperado el 21 de junio de 2018 de <http://fuenteabierta.teubi.co/2013/07/utilizando-el-lector-nfc-rc522-en-la.html>
- Grupmicros. (2017). *Coneixes la innovadora tecnologia RFID?*. De [http://www.grupmicros.com/ca/noticies/Coneixes\\_la\\_innovadora\\_tecnologia\\_RFID/](http://www.grupmicros.com/ca/noticies/Coneixes_la_innovadora_tecnologia_RFID/)
- Gualoto, F. y Ortega, R. (2016). *Implementación de un Sistema Informático basado en Tecnología RFID y Geolocalización para el control de Stock y Gestión del Inventario por lotes para la empresa SEUZ SISTEMAS*. Recuperado el 25 de junio de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12110/1/T-ESPE-053365.pdf>
- Harrington, W. (2015). *Learning Raspbian : Get up and running with Raspbian and make the most out of your Raspberry Pi*. Recuperado el 27 de junio de 2018 de <https://books.google.es/books?hl=en&lr=&id=O6HNBgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=raspbian&ots=ZHYUpitYTy&sig=EsG5emNgl6t7677siRdeUNPQQYM#v=onepage&q=raspbian&f=false>
- Horne, M. (2015). *Pinout diagram for the Raspberry Pi Model 3 B*. De <http://www.recantha.co.uk/blog/?p=12835>
- Hunt, D., Puglia, A. y Puglia, M. (2006). *RFID-A Guide to Radio Frequency Identification*. Recuperado el 20 de junio de 2018 de <https://doi.org/10.1002/9780470112250>
- Jiménez, A. (2013). *EPC Código Electrónico de Producto como Herramienta de Control de Merma*. Recuperado el 25 de junio de 2018 de <http://revistascientificas.cuc.edu.co/index.php/ingecuc/article/view/1/pdf>
- Journal RFID ESPAÑOL. (s.f). *RFID Journal en Español*. Recuperado el 26 de marzo de 2018 de <http://espanol.rfidjournal.com/preguntas-frecuentes>
- KARNETAL CARD SYSTEM. (2018). *Uhf Rfid Mid-range Intergrated Reader: Zk-rfid101*. De <https://www.indiamart.com/proddetail/uhf-rfid-mid-range-intergrated-reader-zk-rfid101-7327684348.html>
- MariaDB. (s.f). *MariaDB versus MySQL - Compatibilidad*. Recuperado el 15 de mayo de 2018 de <https://mariadb.com/kb/es/mariadb-vs-mysql-compatibility/>
- MariaDB. (s.f). *Que es Maria DB 5.1*. Recuperado el 15 de mayo de 2018 de <https://mariadb.com/kb/es/what-is-mariadb-51/>

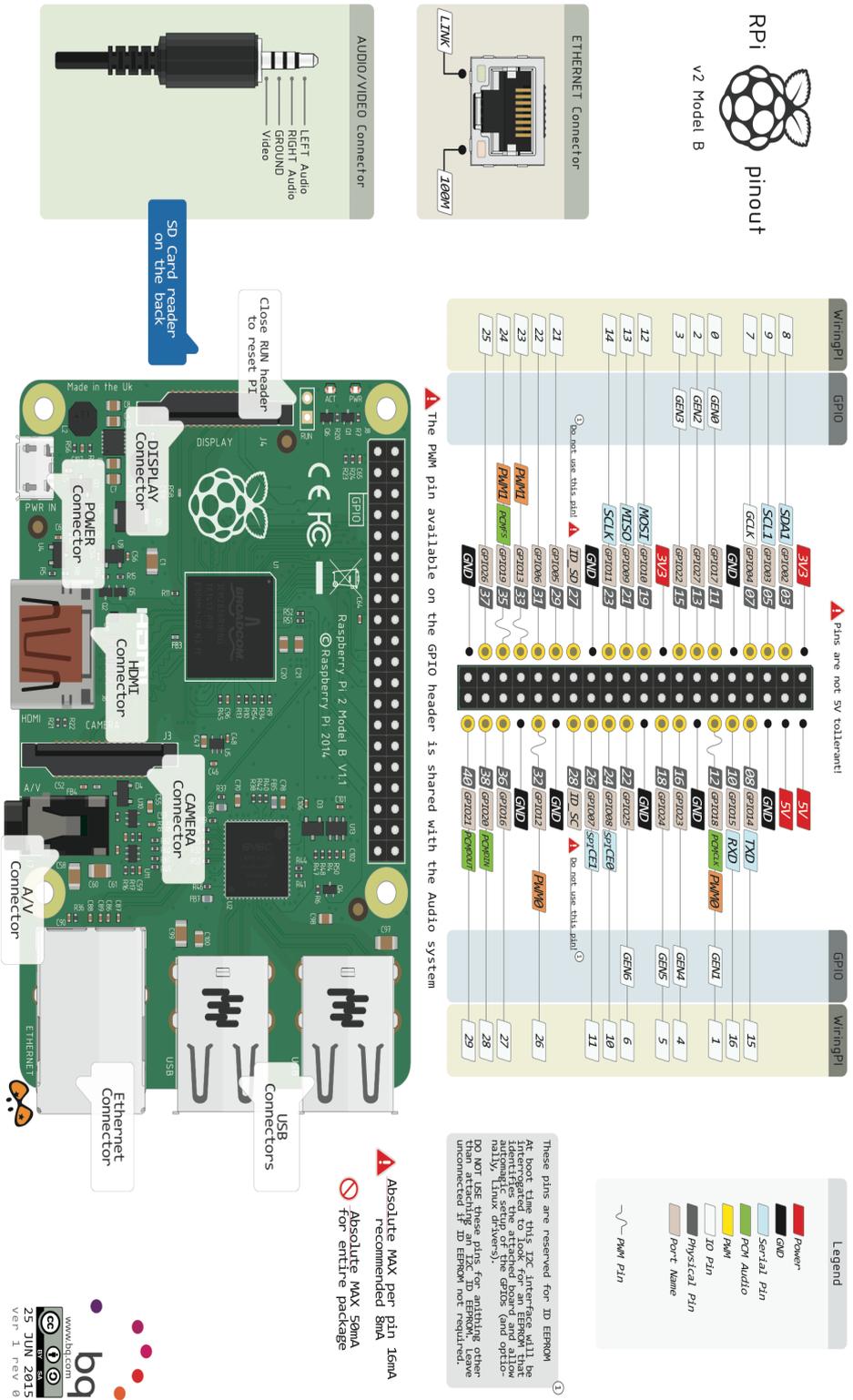
- Martinez, A., Palacios, G. y Hernandez, A. (2015). *Diseño de un sistema de administración de Medicamentos para un Hospital de alta especialidad*. Recuperado el 25 de junio de <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/22357/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Microsoft. (2014). *Requisitos de hardware y software para instalar SQL Server 2012*. Recuperado el 12 de junio de 2018 de [https://docs.microsoft.com/es-es/previous-versions/sql/sql-server-2012/ms143506\(v=sql.110\)](https://docs.microsoft.com/es-es/previous-versions/sql/sql-server-2012/ms143506(v=sql.110))
- Microsoft. (2015). *Introducción al lenguaje C# y .NET Framework*. Recuperado el 15 de mayo de 2018 de <https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/csharp/getting-started/introduction-to-the-csharp-language-and-the-net-framework>
- Microsoft. (2015). *Libros en pantalla de SQL Server 2012*. Recuperado el 15 de mayo de 2018 de [https://docs.microsoft.com/es-es/previous-versions/sql/sql-server-2012/ms130214\(v=sql.110\)](https://docs.microsoft.com/es-es/previous-versions/sql/sql-server-2012/ms130214(v=sql.110))
- Microsoft. (2018). *Visual Studio 2013 System Requirements*. Recuperado el 21 de junio de 2018 de <https://docs.microsoft.com/en-us/visualstudio/productinfo/vs2013-sysrequirements-vs>
- Microsoft. (2018). *Visual Studio IDE overview*. Recuperado el 15 de mayo de 2018 de <https://docs.microsoft.com/en-gb/visualstudio/ide/visual-studio-ide>
- Monk, S. (2016). *Raspberry Pi Cookbook*. Recuperado el 18 de junio de 2018 de <https://books.google.es/books?hl=en&lr=&id=QMovDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR2&dq=Raspberry+pi+3&ots=r7JCUhu8IU&sig=1FRgthyID3RLaVVwa0TfjhqCLVE#v=onepage&q=Raspberry+pi+3&f=false>
- Orosco, R. (2011). *Análisis de modelos de propagación e interferencia de la Tecnología RFID Pasiva de UHF para aplicación en la identificación Vehicular*. Recuperado el 25 de junio de 2018 de <http://www.sepi.esimez.ipn.mx/electronica/archivos/862.pdf>
- Patagoniatec. (2016). *Lector de tarjetas/tags RFID-RC522 13.56MHz NFC*. De <https://saber.patagoniatec.com/2016/07/lector-de-tarjetastags-rfid-rc522-13-56mhz-nfc/>
- Puma, G. y Torres, C. (2014). *Implementación de un sistema RFID para el control y seguridad de los equipos del laboratorio de Informática de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica Nacional*. Recuperado el 14 de junio de 2018 de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7927/5/CD-5684.pdf>

- Python. (2017). *Introducción a Python*. Recuperado el 15 de mayo de 2018 de <http://docs.python.org.ar/tutorial/3/real-index.html>
- Raspberrypi. (s.f). *Raspberry Pi 3 Model B*. Recuperado el 21 de junio de 2018 de <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- Shenzhen ZKHY RFID Technology. (s.f). *Passive UHF RFID Reader*. Recuperado el 21 de junio de 2018 de <http://www.zk-rfid.com/en/show.asp?id=27>
- Smiley, S. (2017). *Near-Field vs Far-Field Communications: RFID Antennas*. Recuperado el 25 de julio de <https://blog.atlasrfidstore.com/rfid-tag-antennas>
- Stellaractive. (2018). *HDX & FDX | Oregon RFID*. Recuperado el 18 de junio de 2018 de <https://www.oregonrfid.com/resources/hdx-fdx/>
- Thibaud, C. (2006). *MySQL 5 : instalación, implementación, administración, programación*. Recuperado el 15 de mayo de 2018 de [https://books.google.com.ec/books?id=wY0bHPmW-NUC&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=wY0bHPmW-NUC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Toyota. (2015). *Toyota y el éxito del método Kanban*. Recuperado el 19 de junio de 2018 de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2015/08/toyota-exito-metodo-kanban/>
- Velevski, M., Hallmann, B., Grubač, B., Lisičanec, T., Stoynov, E., Lisičanec, E. y Stumberger, B. (2012). *Important Bird Areas in Macedonia*. Recuperado el 14 de julio de 2018 de <https://content.sciendo.com/view/journals/acro/31/147/article-p181.xml>

# **ANEXOS**

# Anexo 1

Diagrama de Raspberry. (Horne, 2015).



# Anexo 2

Diagrama de la base de datos.

