



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ENTRADA Y SALIDA  
PARA PERSONAL DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA.

AUTOR

Juan David Mejía Donoso

AÑO

2018



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ENTRADA Y SALIDA  
PARA PERSONAL DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA.

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos  
para optar por el título de Ingeniero en Electrónica y Redes de información

Profesor Guía

MSc. Luis Santiago Criollo Caizaguano

Autor

Juan David Mejía Donoso

Año

2018

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo, Propuesta de un sistema de control de entrada y salida para personal de una institución educativa, a través de reuniones periódicas con el estudiante, Juan David Mejía Donoso, en el semestre 2018-1, 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”.

---

Luis Santiago Criollo Caizaguano  
Magister en Redes de Comunicaciones  
C.I.: 1717112955

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber revisado este trabajo, Propuesta de un sistema de control de entrada y salida para personal de una institución educativa, del estudiante, Juan David Mejía Donoso, en el semestre 2018-1, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

William Eduardo Villegas Chilibingua  
Magister en Redes de Comunicaciones  
C.I.: 1715338263

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

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

---

Juan David Mejía Donoso

C.I.: 1717639973

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco principalmente a Dios al estar siempre en mi vida y a mis padres por ser mi apoyo incondicional junto con mi hermano que en todo momento es un ejemplo a seguir.

## **DEDICATORIA**

Dedico este gran esfuerzo a mi hija Amy Mejía que es el motivo para alcanzar todas mis metas propuestas en mi vida personal y profesional.

## RESUMEN

Existe una variedad de tecnologías de control de personal, pero cabe mencionar que Identificación por Radio Frecuencia (RFID) es la más eficiente, ya que usa medios de transmisión inalámbricos para receptar información a varias distancias y sus costos de funcionamiento son bajos a comparación de otros dispositivos más comunes de control de asistencias.

Para usar en instituciones educativas, este tipo de tecnologías se realiza un análisis de requerimientos del sitio en el cual será colocado para no tener inconvenientes con líneas de vista que afecten a su transmisión. Al usar RFID en instituciones con varios usuarios, se aprovecha sus ventajas de seguridad al máximo ya que cada usuario poseerá un identificador personal único el cual no podrá ser duplicado, se debe que tomar en cuenta que se deberá realizar una capacitación a la persona encargada del sistema para no tener inconvenientes ya que el sistema no es totalmente autónomo; además se deberá tener precauciones para evitar inhabilitaciones de los componentes del sistema.

Al juntar dicha tecnología con una base de datos y un sistema de control de personal realizado en C Sharp (C#) con una gran interfaz gráfica, permite una administración eficiente de los datos como por ejemplo: buscadores independientes de usuarios y exportaciones de los reportes recolectados desde la base de datos en SQL Server donde se podrá gestionar de mejor manera todo lo almacenado.

El prototipo está conformado de un lector Frecuencias Ultra Altas (UHF) de RFID de largo alcance, una computadora que representa un servidor y Tags de RFID que son los dispositivos personales para cada usuario.

## **ABSTRACT**

There is a variety of personnel control technologies that RFID is the most efficient and that uses wireless transmission media to receive information at various distances and its operating costs are low, compared to other more common assist control devices.

To use this type of technology in educational institutes, an analysis is made of a requirement of the place where it is placed so that there are no problems with lines of sight that affect its transmission. When using RFID in institutions with several users that take advantage of security to the maximum since there is no power to duplicate the components that improve their efficiency, which must be taken into account so that a training is carried out for the person in charge of the system so as not to have inconveniences since the system is not totally autonomous, besides taking precautions to avoid disqualifications of the components of the system.

By joining this technology with a database and a personnel control system made in C Sharp with a large graphical interface that allows efficient management of data such as independent search engines for users and exports of reports collected from the database. Data in SQL Server can be managed in a better way everything stored.

The prototype consists of a long-range UHF RFID reader, a computer that represents a server and RFID tags that are the personal devices for each user.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
1. CAPITULO I. TECNOLOGÍAS DE AUTO	
IDENTIFICACIÓN .....	3
1.1 Tecnologías existentes .....	3
1.1.1 Biometrico.....	3
1.1.2 Lectores.....	4
1.1.3 Bandas magnéticas .....	5
1.1.4 Código de barras .....	5
1.1.5 Memorias de contacto .....	7
1.2 Tecnologías usadas para control de personal en empresa ecuatorianas .....	7
1.3 Tabla comparativa.....	8
1.4 Elección de la tecnología.....	8
1.5 Generalidades e historia de RFID .....	8
1.6 ¿Qué es un sistema RFID?.....	10
1.6.1 Elementos de un sistema RFID .....	11
1.6.1.1 Etiquetas RFID.....	11
1.6.1.2 Tipos de alimentación para etiquetas RFID .....	12
1.6.1.3 Lectores RFID .....	12
1.6.2 Conectividad.....	13
1.6.3 Middleware .....	14
1.6.3.1 Que es un Middleware.....	14
1.6.3.2 Como funciona .....	14
1.6.3.3 Capas .....	15
1.7 Rangos de alcance.....	15
1.7.1 Línea de vista .....	16
1.7.2 Campo de lectura de un lector RFID .....	17
1.7.3 Velocidad del transponder en zona de lectura.....	17

1.8 Frecuencias .....	18
1.9 Estándares .....	19
1.10 Ventajas de RFID .....	19
<b>2. CAPÍTULO II. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS Y DISEÑO DEL SISTEMA.</b> .....	<b>20</b>
2.1 Principios de funcionamiento del proyecto .....	20
2.2 Funcionamiento de dispositivos .....	21
2.2.1 Lectores .....	21
2.2.2 Etiquetas .....	21
2.3 Requisitos del sistema .....	22
2.4 Seguridad .....	23
2.4.1 Seguridad física .....	23
2.4.2 Seguridad de datos .....	23
2.5 Implementación de hardware .....	24
2.5.1 Lector RFID .....	24
2.5.2 Etiquetas RFID .....	25
2.5.3 Cable de conexión– Computadora Servidor .....	26
2.5.4 Servidor .....	27
2.6 Diagrama Lector Mediano Alcance .....	28
2.7 Descripción del Diagrama .....	28
2.8 Softwares del sistema .....	29
2.9 SQL Server 2016 Express .....	29
2.9.1 Diagrama Base de Datos .....	30
2.9.2 Descripción de tablas .....	31
2.10 Visual Studio Community .....	32
2.10.1 Interfaz Pantalla del lector de tarjetas de la antena .....	33
2.10.2 Interfaz de log In .....	33
<b>3. CAPÍTULO III. COSTOS ASOCIADOS Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b> .....	<b>36</b>

3.1 Costos asociados .....	36
3.2 Pruebas de funcionamiento .....	37
3.2.1 Lectura de tag.....	38
3.2.2 Ingreso de persona.....	38
3.2.3 Reporte.....	40
3.2.4 Filtros de reporte .....	40
3.2.5 Exportación de reporte .....	41
3.3 Pruebas de inhabilitación del sistema .....	42
3.3.1 Mal uso de dispositivos personales .....	42
3.3.2 Mal registro de datos .....	42
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
4.1 Conclusiones .....	44
4.2 Recomendaciones.....	45
REFERENCIAS .....	46
ANEXO.....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes de un sistema RFID .....	4
Figura 2. Lector de bandas magnéticas .....	5
Figura 3. Códigos de barra.....	6
Figura 4. Memorias de contacto .....	7
Figura 5. Componentes de etiqueta RFID .....	11
Figura 6. Componentes internos de un lector RFID .....	13
Figura 7. Representación de un haz de antena RFID .....	17
Figura 8. Módulo RFID.....	24
Figura 9. Etiquetas RFID.....	26
Figura 10. Conversos BB9 a USB.....	27
Figura 11. Diagrama de Lector Mediano Alcance .....	28
Figura 12. Diagrama Base de Datos .....	31
Figura 13. Lector de tarjetas.....	33
Figura 14. Pantalla de Ingreso .....	34
Figura 15. Menú principal.....	34
Figura 16. Pantalla registro de personas.....	35
Figura 17. Pantalla de Reportes.....	36
Figura 18. Sistema de identificaciones de tags .....	38
Figura 19. Ingreso de número de tag en persona .....	39
Figura 20. Ingreso de persona .....	39
Figura 21. Pantalla de registro .....	40
Figura 22. Filtros de reporte .....	41
Figura 23. Exportación a Excel.....	41
Figura 24. Mal uso de tag.....	42
Figura 25. Mal ingresos de datos en pantalla de ingreso a login.....	43
Figura 26. Mal ingreso de datos en pantalla de nuevo usuario .....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de biométricos .....	3
Tabla 2. Cronología de RFID.....	10
Tabla 3. Efectos al no existir LOS en una comunicación RF.....	16
Tabla 4. Estándares de RFID .....	19
Tabla 5. Características lector.....	25
Tabla 6. Características de tags.....	26
Tabla 7. Características del conector .....	27
Tabla 8. Requerimientos del servidor.....	28
Tabla 9. Descripción de tablas .....	32
Tabla 10. Análisis de costo.....	37

## **Introducción**

### **Antecedentes**

Las instituciones educativas cuentan con una amplia cantidad de docentes que laboran en sus diferentes sedes con distintos horarios de clases en una misma jornada de trabajo. Los docentes con contrato de tiempo completo se rigen al Art. 47 del Código de Trabajo, el mismo que especifica que deben cumplir 40 horas semanales desempeñando sus funciones, los horarios en los que laboran no son fijos, estos dependen de la carga académica, el área del conocimiento, el número de estudiantes, entre otros factores. Es por esta razón que es importante analizar las diferentes tecnologías aplicables para registrar y controlar en tiempo real la entrada y salida de cada docente y proponer un sistema que ayude con esta tarea.

### **Alcance**

Se realizará un estudio detallado de la tecnología que será parte del sistema de control de acceso a docentes que obtendrá información real de las horas laborables que cumplen cada educador dentro de la institución. En base al estudio se determinara la mejor tecnología junto con el sistema de gestión para posteriormente evidenciar los resultados mediante el desarrollo de un aplicativo.

El sistema de entrada y salida de docentes estará controlado por una aplicación que alimentará una base de datos para registrar cada acceso.

El prototipo está compuesto de lo siguiente:

- Una máquina que usa el sistema operativo Windows 8, que almacenará la base de datos y la aplicación del prototipo.
- El lenguaje de programación, que tendrá la aplicación será C Sharp (C#) de Visual Estudio 2010.
- El motor de la base de datos, será SQL para almacenar los registros y generar los reportes.

El prototipo tendrá la capacidad de demostrar el correcto funcionamiento del sistema de control el cual hará uso de todas las especificaciones antes mencionadas para ser funcional.

### **Justificación**

El proyecto es innovador, ya que el uso de RFID junto con un sistema de gestión que trabaje en tiempo real, facilitará la verificación de las horas en que los docentes no estén dictando clases, por esta razón el registro de entrada y salida será de gran utilidad.

La información es útil para que las autoridades de la institución puedan tomar decisiones con respecto a la carga académica de cada docente y delegar funciones de manera equitativa.

Se propone aplicar requerimientos de entrada y salida de personal, se recordará e implementará temas previamente estudiados en el transcurso de la carrera tales como: Análisis de Requerimientos, Programación, Base de Datos 1, Base de Datos Distribuidas. Por último, se ejecutará en la práctica todo lo redactado con pruebas concisas de su buen funcionamiento.

### **Objetivo general**

Proponer un sistema de control que use una tecnología óptima para registrar la entrada y salida de docentes que laboran en instituciones educativas, demostrando su correcto funcionamiento a través de un prototipo.

### **Objetivos específicos**

1. Investigar y proponer la mejor alternativa de tecnología, centrada en los sistemas de control de personal.
2. Desarrollar la aplicación que será la encargada de la recolección de datos en tiempo real para ser almacenados en la base de datos.
3. Demostrar los resultados de la propuesta con la realización de un prototipo eficiente y funcional.

## 1. Capitulo I. Tecnologías de auto identificación

### 1.1 Tecnologías existentes

Las tecnologías mayormente usadas para controles de asistencia en tiempo real se presentan a continuación, cabe recalcar que estas tecnologías pueden estar optimizadas en un solo dispositivo para un mejor uso. (Alvarado, 2008)

#### 1.1.1 Biometrico

Esta tecnología usa las características físicas únicas de una persona para demostrar su autenticación, de esta manera se podrá registrar en el sistema de control. (INCIBE, s.f.)

En la Tabla 1 se describen los tipos de reconocimientos biométricos más usados.

Tabla 1.

#### *Tipos de biométricos*

<b>Tipo</b>	<b>Funcionamiento</b>
Reconocimiento de huella dactilar	Identifica huellas dactilares preferiblemente dedo pulgar.
Reconocimiento facial	Se refiere al reconocimiento facial de una persona a partir de una foto.
Reconocimiento de iris	Se realiza con el escaneo del ojo mediante el uso de equipos infrarrojos.
Reconocimiento de geometría de la mano	El uso de las manos como ancho de los dedos, largo y distancias entre sí, son usados para capturar una muestra unica.
Reconocimiento de retina	Se usa el escaneo de los vasos sanguíneos que cubren la retina de cada ojo.
Reconocimiento vascular	Se extrae la patrón del arbol de la venas de los dedos y muñecas.

- **Teclados de auto identificación**

Los teclados pueden incluir sistemas biométricos, se requiere únicamente una clave de autenticación para cada persona de esta manera este tipo de tecnología tendrá una garantía más que ofrecer a los usuarios enlazados.

### 1.1.2 Lectores

Este tipo de tecnología está basada en lectores externos que para generar un registro, el tag debe estar a una distancia previamente determinada por el equipo, el transmisor busca constantemente un receptor que al momento de ser encontrado procede a guardar su registro. (Alvarado, 2008)

- **RFID**

Se basa en el reconocimiento mediante radio frecuencia con el acompañamiento de tags activos o pasivos, ésta tecnología es usada por su alcance y rapidez de lectura, en la Figura 1 se puede observar un prototipo con los elementos más importantes que conforma una tecnología RFID.

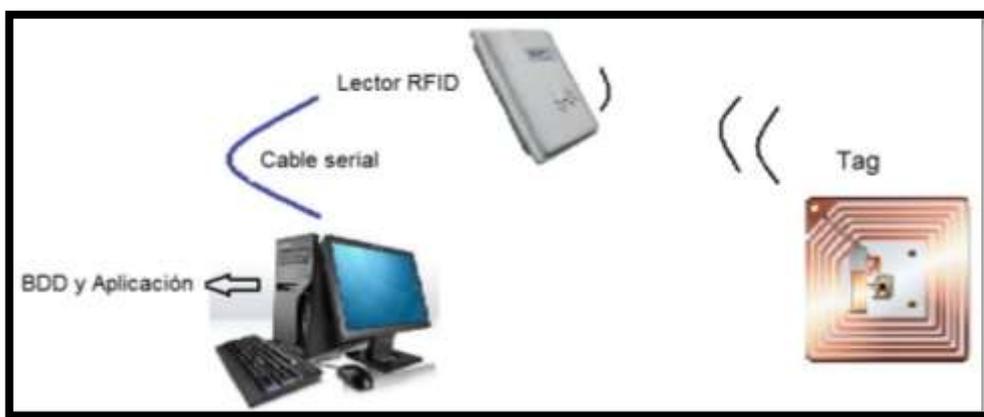


Figura 1. Componentes de un sistema RFID

Adaptado de (Wordpress, s.f.); (RFIdpoint, s.f.); (Indiamart, s.f.)

### 1.1.3 Bandas magnéticas

Esta tecnología se aplica principalmente tarjetas de crédito, por ser económica, ya que los dispositivos personales tienen valores muy convenientes. En seguridad es relativamente baja ya que pueden existir clonaciones o modificaciones de datos, su uso no es recomendable para registros importantes. (Alvarado, 2008)

Esta tecnología no es para uso prolongado ya que sus dispositivos tienen un desgaste por su constante utilización, si las tarjetas tienen contacto cercano con ondas electromagnéticas de gran intensidad la información que poseen puede ser cambiada o eliminada.



*Figura 2.* Lector de bandas magnéticas

Tomado de (Schettinisistemasfiscales, s.f.)

### 1.1.4 Código de barras

Esta tecnología que ha evolucionado durante 25 años, tiene su mercado específico en la etiquetación de productos para su comercialización, ya que es una de las tecnologías menos costosas para su implementación en este tipo de ambientes. (Alvarado, 2008)

Cuentan con una codificación específica que forma una serie de líneas paralelas en las cuales forman cadenas de caracteres permitiendo un reconocimiento inmediato, comúnmente son llamadas código de barras. Es fácilmente alterable, por lo que no es óptima para un sistema de control de acceso.

No requiere contacto físico con la lectora, solo una pequeña aproximación hacia el código, se debe tomar en cuenta que el código debe estar completo para tener una lectura correcta junto con una línea de vista libre.

Existen tres categorías:

- Lineal:  
Existen dos tipos de códigos lineales los EAN13 que pueden almacenar 13 números y el CODE128 que almacena un máximo de 128 números.
- Bidireccionales (QR):  
Su uso es gratuito y pueden almacenar hasta 7.089 números.
- Dos dimensiones:  
Su uso no es gratuito y tiene menos capacidad que los códigos QR.  
(Soterelabs, 2012)



*Figura 3. Códigos de barra*

Adaptado de (Slideshare, s.f.)

### 1.1.5 Memorias de contacto

Se usan para un control de asistencia que se determina por el contacto físico como se muestra en la Figura 4, de esta manera guardarlos los registros y a su vez lee los datos de cada dispositivo típico. Las memorias de contacto son usadas por su durabilidad ya que son implementadas en lugares al alcance de terceras personas. (Alvarado, 2008)



*Figura 4. Memorias de contacto*

Tomado de (Maxdomo, s.f.)

## 1.2 Tecnologías usadas para control de personal en empresa ecuatorianas

Al realizar la investigación de importantes instituciones ecuatorianas se puede dar a conocer las siguientes.

**Universidades del Ecuador:** La mayor parte de universidades e institutos educativos del Ecuador cuenta con un biométrico dactilar para personal corporativo que se encuentran controlado por el softwares gratuitos.

**Instituto Espacial Ecuatoriano:** El instituto público usa un sistema de biométricos dactilares para el control de personal junto con el software de gestión D2WEB.

**Chevyplan Sucursal Guayaquil:** Para el registro de personal administrativo se usa tecnología mediante la verificación de huellas dactilares, esta institución utiliza el software BIOSTARE para su administración.

**Kruger Corporaion:** Esta importante empresa de desarrollo tecnológico e innovación usa un sistema conectado a la nube llamado ODOO que registra si el empleado requiere un permiso. La empresa no dispone de un software que use una tecnología específica para el control de asistencia ejecutivo.

En las empresas anterior mente mencionadas el usuario debe realizar una acción física para registrar su asistencia diaria, en cambio sí migraran a un sistema RFID optimizaría el control de personal por las ventajas que a continuación se presentan.

### **1.3 Tabla comparativa de tecnologías de acceso**

En el anexo 1 se podrá observar el estudio realizado de cada tecnología detallando sus aspectos principales.

### **1.4 Elección de la tecnología**

Se optó por la elección de un tecnología inalámbrica mediante (RF) y al haber detallado cada tecnología de control de personal se determinó que la más eficiente para el uso en instituciones educativas es (RFID) identificación por radio frecuencia ya que presento más ventajas en la tabla comparativa demostradas anteriormente.

### **1.5 Generalidades e historia de RFID**

La tecnología RFID fue usada en la segunda guerra mundial con fines militares, a la cual la denominaron IFF (Identification Friend or Foe), misma que constaba

en la instalación de un dispositivo electrónico en las aeronaves para que éstas sean distinguidas de los enemigos.

Al ser una tecnología de usos netamente militares, no era distribuida ya que solo esta entidad tenía el presupuesto para su desarrollo. Al terminar los años de conflicto, las industrias contemplaron los beneficios que aportaría esta tecnología si fuese implantada.

Los primeros estándares técnicos de RFID fueron desarrollados y coordinados por Auto-ID Center desarrollada por el MIT (Massachusetts Institute of Technology) en 1999, mismo que en la actualidad ya no existe puesto que fue desmantelado en el año 2004.

Los sistemas de control de asistencia evolucionaron para favorecer en el control de personal, por este motivo desde años atrás están disponibles en mercados nacionales e internacionales una variedad de tecnologías que ofrecen la facilidad de tener un registro de personal. (Unirioja, s.f.)

Actualmente no son usados únicamente con personas, su acogida en la industria ha aumentado drásticamente exigiendo la creación de estándares y actualizaciones constantes para optimizar sus aplicaciones basadas en este tipo de tecnologías. (Almonacid, 2007);

Historiando algunos hitos de la tecnología RFID, se presenta a continuación la Tabla 2 sobre la cronología de RFID y su historia desde su creación, desarrollo y popularización.

Tabla 2.

*Cronología de RFID*

Periodo	Avances de la tecnología RFID
1940-1050	Británicos inventan el sistema de identificación IFF, usado por los pilotos de la II Guerra Mundial.
1950-1060	Exploraciones iniciales de la tecnología RFID, desarrollo de sistemas con transpondedores de largo alcance (sistemas IFF).
1960-1970	Desarrollo de la tecnología RFID, comienzo de aplicaciones. Primer sistema usados: EAS
1970-1980	Se presentas patentes para uso en mercados comunes.
1980-1990	Aparece aplicaciones para esta tecnología como los transponer y control de animales.
1990-2000	La tecnología RFID toma relevancia en fábricas.
2000-2010	Al existir una variedad de aplicaciones en el mercado la aceptación va en aumento.

Adaptado de (Bibliotec, s.f.)

### 1.6 ¿Qué es un sistema RFID?

La tecnología RFID se basa en un medio de transmisión inalámbrico, que usa radio frecuencia para guardar la información, un sistema de este tipo debe poseer una antena lectora para captar la información almacenada en un tag, la capacidad de almacenamiento puede variar según el transponder que se use.

Un transponder se compone de un microchip y una antena que son fabricadas en distintos tamaños y frecuencias y se las puede colocar en distintas superficies, tiene un código único. Los tags de identificación en su gran mayoría traen memoria de solo lectura programable y borrable electrónicamente (EEPROM), permitiendo que tenga funciones de lectura y escritura según sus fabricantes.

Para comunicar los dos dispositivos deben trabajar a un rango de frecuencias específico entre la lectora y la etiqueta, cabe recalcar que cada equipo tiene diferentes características en alcance, seguridad y parámetros de configuración. Al ser una tecnología de usos masivos, se podrá encontrar casos de dos dispositivos externos trabajando en una misma frecuencia y se encuentren

enlazados en una misma lectora y sean detectados al mismo instante produciendo una colisión. Los equipos para sistemas RFID poseen programas anticolidión estos restringen todas las lecturas por unos instantes para restablecer el sistema y enviar cada lectura en cola.

### 1.6.1 Elementos de un sistema RFID

A continuación, se detalla los elementos físicos que consta la tecnología RFID. (Almonacid, 2007);

#### 1.6.1.1 Etiquetas RFID

Los componentes más esenciales de los TRANSmitter/resPONDER se los puede observar en la Figura 5, estos son:

- Antena: detecta las ondas emitidas por el radar y transmite la información.
- Chip: memoria no volátil que mantiene información con los lectores asociado. Posee una memoria ROMM que usa para instrucciones básicas, y una memoria RAM para mantener la información cuando se esté comunicando.
- Sustrato: aísla y envuelve los componentes para mantenerlos unidos.

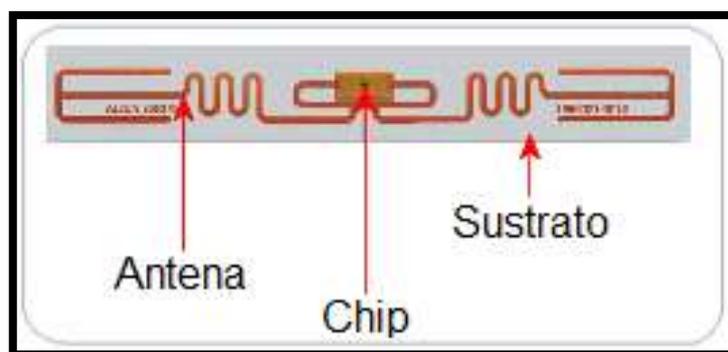


Figura 5. Componentes de etiqueta RFID

Tomado de (Ddigital, s.f.)

### 1.6.1.2 Tipos de alimentación para etiquetas RFID

Al ser dispositivos de un menor tamaño sus componentes no requieren grandes cantidades de voltaje de esta manera se los clasifica en dos tipos de etiquetas.

- Etiquetas activas: poseen una batería que le proporciona un mayor alcance de comunicación ya que sus componentes internos son más robustos, permitiendo que tenga procesos de lectura y escritura. Este tipo de etiquetas tienen una vida limitada de igual manera se destacan por tener costos altos.
- Etiquetas pasivas: este tipo de etiquetas no requieren de baterías, son alimentadas por el campo de energía emitida del lector, de esta manera puede enviar su propia señal gracias a la energía brindada. (Almonacid, 2007)

### 1.6.1.3 Lectores RFID

Son sistemas interrogadores que emiten señal RF para detectar si se encuentra una etiqueta en su rango de alcance.

- Sistema con bobina simple, transmite energía y datos por la misma bobina, al ser más simples tiene menor costo.
- Sistemas con doble bobina, usan una bobina para energía y la segunda para comunicación, estos equipos son más sofisticados y con un mayor desempeño por estas razones sus precios son más elevados. (Microwavejournal, s.f.)

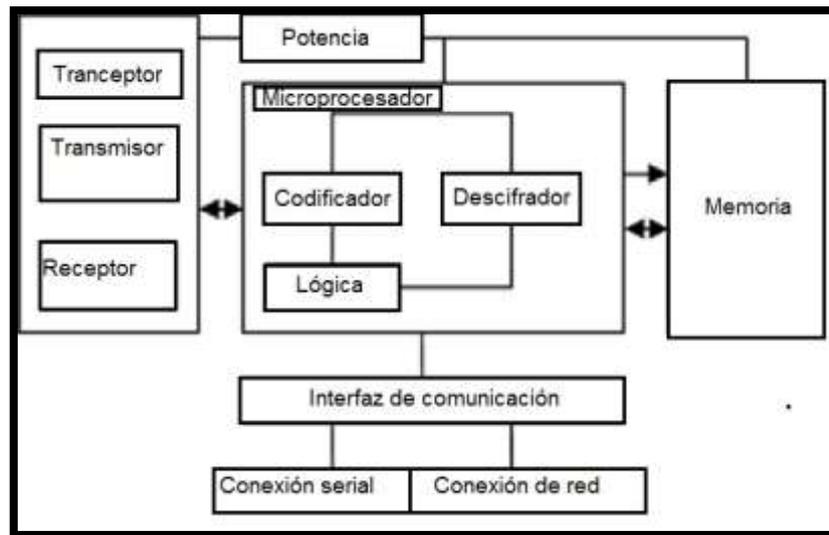


Figura 6. Componentes internos de un lector RFID

Adaptado de (Microwavejournal, s.f.)

### 1.6.2 Conectividad

Al momento de desarrollar un sistema usando tecnología RFID se debe tomar en cuenta que existe un medio de transmisión para los lectores.

A continuación, se menciona lo tipos de comunicación existentes en el mercado.

- **RS-232:** Es un protocolo de corto alcance, la velocidad de trasmisión es baja, esta bordea los 9600 bps a 115.2 kbps. De igual manera la distancia máxima del cable es de 30 metros ya que u comunicación es de punto a punto.
- **RS-485:** Es una mejora del protocolo RS-232, sus beneficios más importantes son, una mayor distancia de cable que va hasta 1,200 metros, la velocidad de transmisión llega hasta 2,5Mbps, al ser un protocolo tipo bus permite más conexiones en el mismo cable.
- **Ethernet:** Trabaja con velocidad muy altas, es un protocolo seguro ya que maneja TCP/IP por esta razón los datos estarán más resguardados, el momento de ejecutar una instalación que conlleve usar este protocolo existirá ahorros en manos de obra y mantenimientos.

- **Wireless 802.11:** Usado para lectores RFID móviles, ahorra costo de cableado, pero son muy escasos en el mercado.
- **USB:** Algunos lectores RFID usan este medio de comunicación, son más utilizados para ser proyectos que conlleven la unión de varias tecnologías a la vez. (Alvarado, 2008)

### **1.6.3 Middleware**

La tecnología RFID debe gestionar los datos recolectados y la mejor manera de realizar este trabajo es usando un software el cual se encarga de la seguridad, almacenamiento y respaldos de la información.

#### **1.6.3.1 Que es un Middleware**

Este software administra los datos que fueron enviados mediante el lector y el tag, esto permite tener una comunicación entre hardware RFID y los sistemas empresariales a los que este incorporado, dicha tecnología administra y gestiona los datos que son enviados a los sistemas empresariales. (Alvarado, 2008)

#### **1.6.3.2 Como funciona**

Cuando una transmisión de datos recolectan y envían hacia un servidor usando tecnología RFID, un Middleware permite que dicha conexión se dé hasta que la información sea almacenada y resguardada de manera correcta, al concluir este trabajo redirige la información recolectada en tiempo real a aplicaciones empresariales como ERP (Enterprise Resource Planning) o CRM (Client Relationship Management), al no presentar fallos en este tramo la extracción de los datos captados se realizara de manera correcta. (Alvarado, 2008)

Los Middleware de RFID es un elemento fundamental para esta tecnología siempre y cuando las empresas que los desarrollen cumplan con todas herramientas requeridas para que tenga un buen funcionamiento.

### 1.6.3.3 Capas

Para que un Middleware sea factible debe poseer las siguientes capas:

1. **Administración de Lector.** Todas las configuraciones deben estar a cargo de un administrador, para monitorear y aplicar comandos desde una interfaz que se comuniquen directamente con los lectores.
2. **Administración de los datos.** Al momento de tener todos los datos recopilados de los lectores deberá hacer un barrido de lecturas erróneas o duplicadas, al ver pasado dichos filtros los datos será ruteado correctamente a su destino.
3. **Integración de Aplicaciones.** Bajo una arquitectura orientada a servicios se debe integrar todo el dato recopilado para ser asociados con sistemas existentes como CRM (Client Relationship Management) o ERP (Enterprise Resource Planning).
4. **Integración de socio de negocio.** Al tener una compatibilidad en protocolos de transporte será de mucha utilidad ya que se podrán compartir los datos RFID y realizar procesos de colaboración B2B (Business to Business).
5. **Administración y escalabilidad en la arquitectura.** Estos sistemas protegen los datos con funciones que le permiten trabajar con altos flujos de datos o en cluster, deberá realizar re-enrutamientos si el servidor no responde, con esto se puede decir que el Middleware es la defensa del procesamiento de datos. (Alvarado, 2008)

### 1.7 Rangos de alcance

Es importante analizar el alcance máximo que requiere el equipo antes de ser implementado, ya que al tener un estudio previo de una posible ubicación de los transmisores principales se podrá determinar lo siguiente. (Almonacid, 2007)

### 1.7.1 Línea de vista

Las señales RF son enviada a un transmisor y receptor, dichos dispositivos requieren tener una línea de vista entre ambos conocidos como LOS (line-of-sight), al tener una comunicación de este tipo se debe tomar en cuenta este aspecto para evitar inconvenientes antes de llegar a su destino. (Udlap, s.f.)

En una ruta directa al no existir una línea de vista entre transmisor y receptor la señal sufre una variedad de efectos las cuales se las presenta a continuación.

Tabla 3.

#### *Efectos al no existir LOS en una comunicación RF*

Difracción	Al emitir una señal que se encuentra atrapada en un espacio físico con puntos abiertos ya sean grandes o peños se propagará asía dichos lugares, al salir la señal será propagada en diferentes direcciones. <a href="https://www.fiscalab.com/apartado/difraccion-ondas#contenidos">https://www.fiscalab.com/apartado/difraccion-ondas#contenidos</a>
Refracción	Al enviar una señal de un medio a otro y es obstruida por un índice de refracción (agua) distinto, este fenómeno causa un cambio de dirección. (Portaleducativo, s.f.)
Reflexión	Al chocar una señal con una superficie lisa con dimensiones mayores a su longitud de onda esto provoca que un porcentaje sea transmitido y otro reflejado. <a href="http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/nocedal_d_jm/capitulo_1.pdf">http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/nocedal_d_jm/capitulo_1.pdf</a>
Dispersión	Si la señal es obstruida por objetos pequeños pero numerosos que posean una superficie rugosa, como un arbusto, la señal se divide en distintas direcciones y esto podrá ocasionar que cambie su frecuencia inicial. (Udlap, s.f.)

Al momento de instalar equipos que trabajen con comunicación por radio frecuencia, se debe tener el mayor porcentaje de línea de vista libre de obstáculos, de esta manera se evitara acontecimientos y a su vez los rangos de distancia del equipo serán los específicos del fabricante, al existir un obstáculo ineludible se deberá tomar en cuenta los efectos mencionados en la tabla 4.

### 1.7.2 Campo de lectura de un lector RFID

Su polarización se efectúa circularmente esto quiere decir que el campo eléctrico rota mientras la señal es propagada, a su vez su patrón de radiación se genera en grados, y su ancho de haz de igual manera. (Slideshare, s.f.)

Al realizar pruebas previas de instalación se determina el campo máximo donde se podrán detectar el tag, al no regirse a dicha distancia y apertura no serán detectadas por la antena, este dispositivo tiene una lectura direccional como muestra la figura 7.

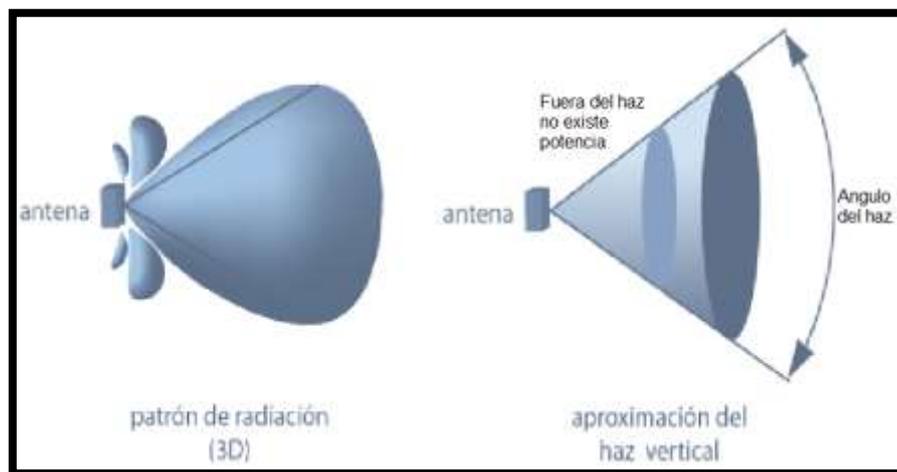


Figura 7. Representación de un haz de antena RFID

Adaptado de (Maluquis, 2017)

### 1.7.3 Velocidad del transponder en zona de lectura.

La velocidad de los receptores hacia los transmisores, se encuentran ligados a la distancia máxima de lectura y escritura, determinando el tiempo que estará en la zona de interrogación para transmitir toda su información.

Por ejemplo, al momento de implementa una aplicación que use RF para un alto flujo de personas, que la mayor parte del tiempo se encuentren en columna dos como en la entrada de los trasportes públicos, la velocidad del usuario que posee el tag va ser mínima al momento de pasar por el lector, de igual manera el rango de alcance no debe ser elevado ya que solo se debe detectar el primer tag en la fila. (Almonacid, 2007);

## 1.8 Frecuencias

Los sistemas RFID son clasificados como emisores de ondas de radio electromagnéticas de bajas frecuencias. Se debe aclarar que ningún sistema de radio puede ser perjudicado por la emisión de ondas de esta tecnología.

Las frecuencias electromagnéticas se las divide en 4 rangos:

1. Baja frecuencia (9-135 KHz). Los sistemas que trabajan con éstas frecuencias tienen una distancia mínima de lectura y solo tienen la posibilidad de leer elementos en cola.
2. Alta frecuencia (13.56 MHz). Los usos de estas frecuencias poseen etiquetas pasivas al cubrir una distancia de lectura que puede llegar hasta 1,5m.
3. Ultra High Frequency (0.3 – 1.2GHz). Este tipo de frecuencias son usadas por su mayor velocidad y sus múltiples lecturas, al trabajar con frecuencias más grandes puede tener una mayor distancia de lectura que va hasta los 4m. (Alvarado, 2008)
4. Microondas (2.45-5.8GHz). Son resistentes a campos electromagnéticos producidos por equipos eléctricos, su distancia bordea los 6 metros, puede realizar lecturas simultáneas. Los precios son más altos.

## 1.9 Estándares

Los estándares son propuestos por organizaciones según los requerimientos y aplicaciones que necesiten, en la Tabla 4 que se presenta a continuación se menciona y clarificar cada estándar. (Fqingeniería, s.f.)

Tabla 4.

### *Estándares de RFID*

<b>Organizaciones</b>	<b>Identificación</b>	<b>Especificación</b>
ISO	ISO 14443	Usada para sistemas sin contacto.
	ISO 15693	Usada para sistemas de proximidad.
	ISO18000	Usar la misma codificación de tags para compartir infraestructuras y así habilitar interoperaciones.
EPC	Código Electrónico de Producto	Define el código de producto que se encuentra en las etiquetas RFID para identificar fabricante, versión, número de serie e identificación de códigos únicos.
ONS	Object Naming Service	Directorio colocado en el internet para facilitar las búsquedas de números de productos.
Gen 2	EPC global	Identificador de artículos en las cadenas de suministros para cualquier compañía del mundo. (Rfidspain, s.f)
Otros	AIAG B-11 (American National Standards Institute) ANSI MH10.8.4 (Automotive Industry Action Group)	Organizaciones que produjeron algún estándar relacionado con RFID.

## 1.10 Ventajas de RFID

Este tipo de tecnología tiene una variedad aplicaciones contando con las mismas ventajas que son mencionadas continuación.

- **Seguridad.** Cada dispositivo de reconocimiento posee un código único que impide que existan duplicaciones o que usuarios puedan tener el mismo dispositivo de manera duplicada.
- **Línea de vista.** Su fácil identificación es por varias razones, en especial porque sus identificadores no deben pasar por ninguna ranura para ser detectados, esto brinda una mayor agilidad para los usuarios lo que aumenta su aceptación.
- **Inventarios.** Se puede lograr una lectura simultánea de dispositivos ahorrando costos en mano de obra y tiempo.
- **Ambiente.** Los lectores que usan este tipo de tecnologías son instalados en ambientes abiertos ya tienen aislamiento para agua, sol sin necesidad de un continuo mantenimiento.
- **Tarjetas.** Al no tener una fricción con el lector los dispositivos personales, éstos no sufren desgaste, de igual manera que las lectoras sin impermeabilizados. Al momento de heredar el dispositivo no requiere ser cambiado ya que puede ser leída y reescrita en diversas ocasiones, y así optimizar recursos. (Alvarado, 2008)

## **2. Capítulo II. Análisis de requerimientos y diseño del sistema.**

Para determinar la mejor opción de los equipos que usan tecnología por radio frecuencia se debe dar a conocer todas sus especificaciones. Y de esta manera se analiza los requerimientos de cualquier el proyecto.

### **2.1 Principios de funcionamiento del proyecto**

La lectora y tags de RFID que se adquirió para este trabajo de titulación traba en rangos de frecuencia UHF aplicada a requerimientos específicos de personal. La mayor parte de sistemas que usan tecnología RFID en rangos de 800Mhz a 950Mhz (UHF) son pasivos por una variedad de ventajas como costo y vida útil de los dispositivos. Estos dispositivos cuentan con la zona de operación de varios metros del lector según especificaciones técnicas.

Al colocar antenas lectoras de RFID se debe tomar en cuenta la posición ya que su campo magnético es difundido verticalmente esto implica que se debe colocar en una buena posición de lectura para los tags que transitarán en su campo. No debe existir ningún material que impida la transmisión de datos entre el lector y el tag o de lo contrario el envío de información no se podrá concluir con éxito. (Almonacid, 2007)

## **2.2 Funcionamiento de dispositivos**

Los dispositivos RFID que se usaran en el proyecto son expuestos a continuación.

### **2.2.1 Lectores**

Existen diferentes dispositivos de lectura según su potencia de transmisión y sensibilidades, se pueden encontrar.

El modulo RF es de alto rango ya que trabaja con frecuencias UHF esto favorece a su distancia de lectura puedan ser superiores, al igual que sus circuitos son más complejos con mayores consumos de potencia, son excelentes para ser colocados en espacios amplios. (Almonacid, 2007);

### **2.2.2 Etiquetas**

Al existir una variedad de etiquetas en el mercado se debe seleccionar según el requerimiento del lector y del proyecto a realizarse, en este proyecto las etiquetas pasivas que trabajen en un rango UHF serán percibidas a mayores distancias, se rige al estándar EPC Global Gen 2 (ISO 18000-6C) ya que su uso es para fines investigativos

### **2.2.3 Conector DB9**

El conector DB9 sirve para establecer conexión directa desde el lector al servidor se requiere de un conector que tenga un terminal serial RS232 el cual será conectado directamente con la lectora y una terminal USB tipo A macho la cual establecerá transmitió con el servidor sin necesidad de ser configurado. (Cablematic, s.f.)

### **2.3 Requisitos del sistema**

El sistema debe ser interactivo ya que de esta manera no existirá inconveniente para su administración. Se debe resguardar la información que fue captada por el lector ya que este registra de manera independiente a cada usuario con todos sus datos en tiempo real y los envía a una base de datos, esta requiere tener las siguientes especificaciones.

- El entorno gráfico del sistema será de fácil manejo ya que no es necesario que una persona técnica lo pueda realizar y esto se debe a que sus interfaces amigables para comprensión de cualquier usuario.
- La base de datos debe estar sincronizada con el sistema de manera exacta para almacenar todos los registros.
- El sistema debe ser compatible con la mayor parte de sistemas operativos ya que en algún momento se requiera migrara a otro sistema y este no presente fallo alguno.
- Para almacenar todos los datos recolectados deberá tener una base de datos robusta que soporte el creciente de usuarios.
- Al momento de realizar consultas estas deben desplegarse de manera ordenada para una fácil comprensión del usuario.
- Debe ser compatible con la mayor parte de sistemas optativos.
- La base de datos debe realizar bakup (copia de seguridad) en el tiempo exacto en la que está programada.

## **2.4 Seguridad**

La seguridad respecto al uso de tecnología RFID se la divide en seguridad de recursos físicos y de datos, la sincronización de ambas debe ser correcta para que el sistema no tenga caídas.

### **2.4.1 Seguridad física**

El uso de dispositivos electrónicos requiere cuidado para un funcionamiento óptimo ya que el principio de su funcionamiento es la energía eléctrica.

- La conexión de lector y el sistema que es cargado en el servidor (PC) debe estar conectado las 24 horas con seguridades eléctricas como conexiones a red reguladas o UPS (uninterruptible power supply) para que su funcionamiento no sea inhabilitado.
- La instalación eléctrica debe ser independiente de los circuitos aledaños para asegurar que no tendrá problemas de sobre carga al conectar un protector eléctrico.
- Este tipo de instalaciones y equipos no deben estar al alcance de personas ya que pueden reiniciar o apagar todo el sistema.
- Todas las instalaciones deben estar resguardadas del medio ambiente para cuidar la vida útil de los equipos.

### **2.4.2 Seguridad de datos**

Se encriptan los datos que son recolectados desde el lector, los mismos que son transmitidos en una serie de números únicos que van de 64-128 bits que almacena un tag, se debe impedir la extracción de dichos datos. No se debe entregar tags sin antes registrara en el sistema ya que están sin datos, los cuales pueden ser atribuidos a personas mal intencionadas.

## 2.5 Implementación de hardware

Se explica las características esenciales de todos los elementos que serán usadas para este proyecto.

### 2.5.1 Lector RFID

Es un lector de mediano alcance, viene integrado UHF de alto rendimiento. Utiliza lecturas/escrituras rápidas de las etiquetas para la identificación. Es aplicado en muchos sistemas RFID como logística, control de acceso, proceso de producción industrial y sistema de alertas, se conecta directamente al dispositivo. Este modelo que se muestra en la Figura 8, es escogido porque su precio es accesible, su alcance medio es adecuado para un proyecto de esta magnitud. (AliExpress, s.f.)



*Figura 8.* Módulo RFID.

Tomado de (AliExpress, s.f.)

Características Principales del Lector de mediano RFID Marca ViperTek modelo VIP-LRUHF.

Tabla 5.

*Características lector*

<b>Dimensiones</b>	280x280x40mm
<b>Voltaje</b>	12V
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-25 ~ +60 grados
<b>Interfaz</b>	RS232, RS485, Wiegand26
<b>Indicador</b>	Buzzer
<b>Energía del RF</b>	0 ~ 30dBm, sistema ajustable por el software
<b>Antena</b>	Antena 8dbi circularmente polarizada incorporada
<b>Rango de lectura</b>	5-7M, etiqueta y entorno dependiente
<b>Protocolo</b>	ISO18000-6C (EPC C1G2) etiqueta / tarjeta
<b>Frecuencia de funcionamiento</b>	902 ~ 928MHz
<b>Poder de salida del RF</b>	30dbm (ajustable)
<b>Transmisión</b>	FHSS o frecuencia fija

**2.5.2 Etiquetas RFID**

Las etiquetas pasivas RFID se utilizan por sus características de bajo costo, son desechables, no dependen de una fuente externa de energía, su tiempo de vida es largo y su tamaño puede ser muy pequeño porque no depende de fuente de energía. Su activación se realiza cuando se refleja a un lector o scanner. Las etiquetas utilizan el estándar ISO 18000-6B, ISO 18000-6C una distancia entre 10 cm hasta algunos metros. (Stronglink, s.f.)

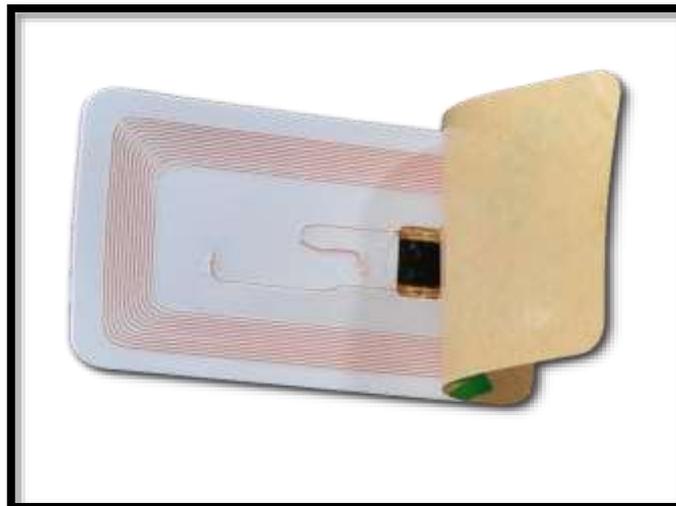


Figura 9. Etiquetas RFID

Tomado de (Stronglink, s.f.)

Características Principales de la etiqueta RFID Marca 3M

Tabla 6.

*Características de tags*

<b>Frecuencia</b>	860-960MHz
<b>Protocolo</b>	ISO18000-6C/EPC Gen2
<b>Tamaño EEPROM</b>	EPC 128bits, User 32-512bits
<b>Material</b>	Plástico
<b>Modo de funcionamiento</b>	Pasivo
<b>Temperatura</b>	-25°C ~ +75°C
<b>Dimensión</b>	85.6 × 44.0 × 0.86( mm )

### 2.5.3 Cable de conexión– Computadora Servidor

Este adaptador se usa para establecer conexión entre el módulo RFID y el servidor.



*Figura 10. Conversos BB9 a USB*

Tomado de (Tripplite, s.f.)

### **Características principales:**

Tabla 7.

*Características del conector*

<b>Voltaje de transmisión</b>	5 V
<b>Velocidad de transmisión</b>	115.2 kbps
<b>Alimentación externa</b>	No requiere
<b>Compatibilidad</b>	Windows, Mac, Linux y tabletas/teléfonos con sistema Android
<b>Distancia óptima</b>	2m máximo

### **2.5.4 Servidor**

El equipo debe cumplir con requisitos fundamentales para que sea el más óptimo que soporte la aplicación. Los requisitos más importantes deben puntualizarse en tarjetas de videos, de red y memorias que sean de capacidades moderadas, en la Tabla 8 se detalla los requisitos mínimos del servidor.

La máquina debe estar en condiciones óptimas para evitar problemas al estar en funcionamiento, se debe adquirir licencias y drivers correctos para que la comunicación no caiga en la tabla. (Udlap, s.f.)

Tabla 8.

*Requerimientos mínimos del servidor*

<b>Procesador</b>	i5 en adelante
<b>Sistema operativo</b>	Windows Server R2
<b>Memoria RAM</b>	4 gb
<b>Disco duro</b>	150 gb
<b>Procesadores</b>	2 en adelante
<b>Velocidad de procesador</b>	1 Ghz en adelante
<b>Palca madre y red</b>	3 generación en adelante
<b>Otros</b>	Sistema de enfriamiento

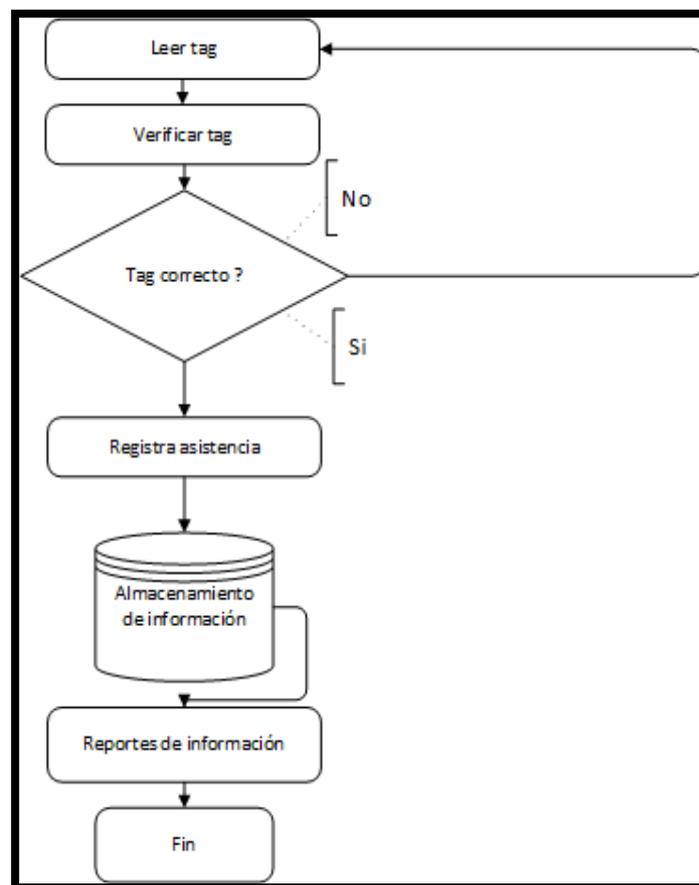
**2.6 Diagrama Lector Mediano Alcance**

Figura 11. Diagrama de Lector Mediano Alcance

**2.7 Descripción del Diagrama**

Diagrama de funcionamiento del lector de mediano alcance.

- **Leer tag**

La primera acción que realiza el sistema es una lectura de los tag que movilicen en su línea de vista.

- **Verificar tag**

Un tag previamente leído debe ser verificado si se encuentra enrolado en el sistema de control de personal.

- **Almacenamiento de Datos**

Es enviado y almacenado el número único del dispositivo el cual está registrado para un usuario específico.

- **Refleja Información**

Al concluir todas las acciones se refleja la información en tiempo real de todos los registros que fueron censados por el lector y almacenados en la base de datos.

## **2.8 Softwares del sistema**

Para este trabajo se realizará una aplicación en visual estudio junto con una base de datos en SQL server para su administración, a continuación se define las cada uno.

## **2.9 SQL Server 2016 Express vs Access**

- **SQL Server 2016 Express**

Se eligió este motor de base de datos por su optimización en sus consultas y además es una base de datos de alto rendimiento ya que

admite más registros y a su vez son más rápidos que Access. (todoexpertos, 2008)

*Tabla 9*

*Comparativa entre SQL server y Access*

<b>Características</b>	<b>SQL server</b>	<b>Acces</b>
Sobre carga de memoria	No	Si
Escucha puertos TCP/IP	Si	No
Programación cliente servidor	Si	No
Potencia de manejo de datos	Mayor	Menor
Conexión simultanea	Si	No

### **2.9.1 Diagrama Base de Datos**

A continuación se presenta el diagrama de base de datos en la Figura 12 se esclarece cada tabla.

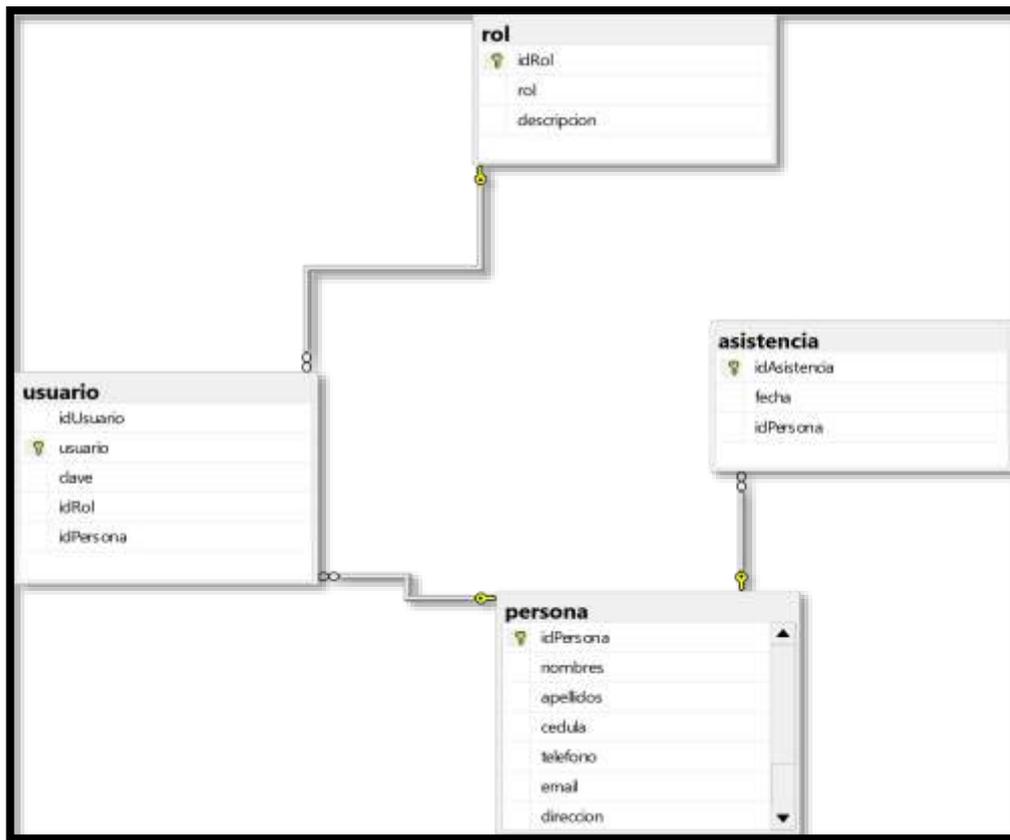


Figura 12. Diagrama Base de Datos

### 2.9.2 Descripción de tablas

Las tablas en el diagrama de base datos tienen tres tipos de identificadores las cuales se describen a continuación.

- **Identificador.** Código único de tablas.
- **Registrador.** Registra información requerida.
- **Vinculación.** Unión de tablas.

Tabla 10.

*Descripción de tablas*

<b>Tabla</b>	<b>Identificadores</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo de Dato</b>
Rol	idRol	Identificador de tabla	<i>int</i>
	Rol	Registra rol	<i>varchar(30)</i>
	descripción	Registra descripción	<i>varchar(50)</i>
Usuario	idUsuario	Identificador de tabla	<i>int</i>
	usuario	Registra usuario	<i>varchar(30)</i>
	clave	Registra clave	<i>varchar(30)</i>
	IdRol	Vínculo con tabla Rol	<i>int</i>
	idPersona	Vínculo con tabla persona	<i>int</i>
Persona	idPersona	Identificador de tabla	<i>int</i>
	nombres	Registra nombre	<i>varchar(50)</i>
	apellidos	Registra apellido	<i>varchar(50)</i>
	cedulas	Registra cedula	<i>char(10)</i>
	teléfono	Registra teléfono	<i>char(20)</i>
	email	Registra email	<i>varchar(50)</i>
	dirección	Registra dirección	<i>varchar(50)</i>
	tarjeta	Registra tarjeta	<i>char(30)</i>
Asistencia	idAsistencia	Identificador de tabla	<i>int</i>
	fecha	Registra fecha	<i>datetime</i>
	idPersona	Vínculo con tabla Rol	<i>int</i>

**2.10 Visual Studio Community**

Este sistema de código abierto es esencial para la creación de proyecto académico ya que es una herramienta gratuita que trabaja en múltiples plataformas como Windows, IOS, Android. Esto facilita la creación de aplicaciones ya que se puede crear para la mayor parte de sistemas operativos en el mercado actual dando como resultado interfaces amigables para su administración.

### 2.10.1 Interfaz Pantalla del lector de tarjetas de la antena

En la pantalla que se presenta a continuación la interfaz es usada para revelar el código único de las etiquetas RFID lo cual es necesario para ser enrolada con cada usuario.

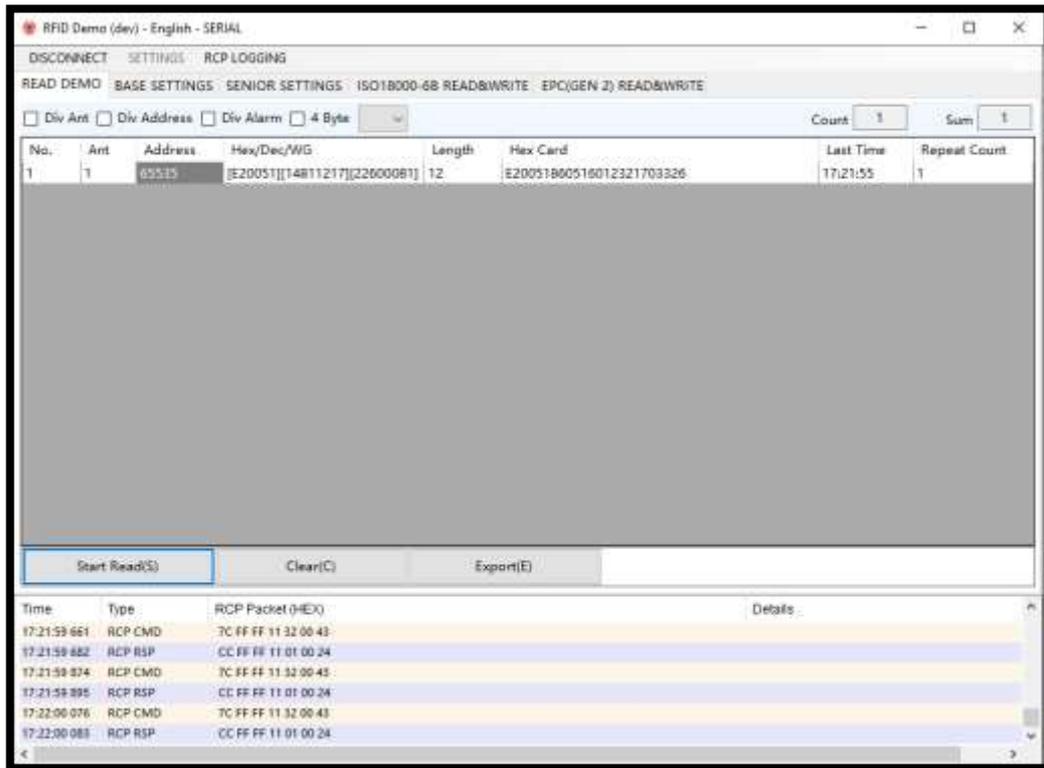


Figura 13. Lector de tarjetas

### 2.10.2 Interfaz de log In

Para ingresar a las interfaces administrativas del sistema se debe ingresar la clave y el usuario del administrador.

- Usuario: Ingresar usuario de administrador
- Clave: Ingresar clave de administrados



Figura 14. Pantalla de Ingreso

### 2.10.1 Menú principal

Pantalla de menú principal

- Registro de persona: Registra datos de nueva persona
- Reporte de asistencia: Consultar reportes de asistencia
- Salir

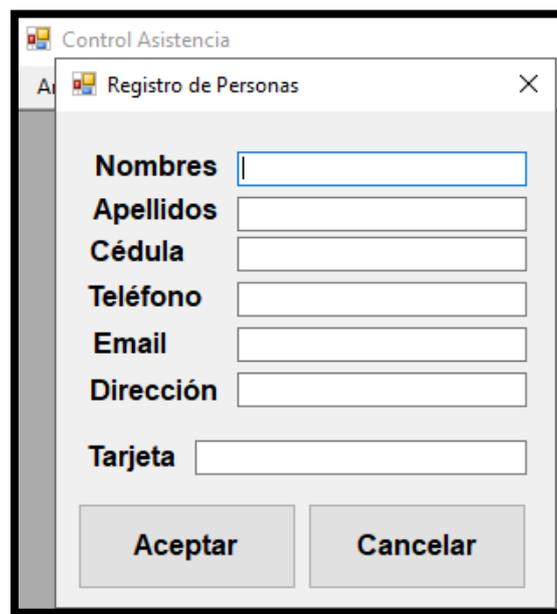


Figura 15. Menú principal

### 2.10.2 Ingreso de persona

Al generar un nuevo usuario el cual estará enrolado en el sistema se debe ingresar los datos personales y el número de la tarjeta que se mostrará en la figura 18 mencionada anteriormente.

- Nombres: Nombre del usuario
- Apellido: Ingresar apellidos del usuario
- Cedula: Ingresar cedula del usuario
- Teléfono: Ingresar teléfono del usuario
- Email: Ingresar correo electrónico del usuario
- Tarjeta: Ingresar número único de tag



The image shows a screenshot of a software application window titled 'Control Asistencia'. Inside the window, there is a sub-window titled 'Registro de Personas'. The form contains several input fields for personal information: 'Nombres', 'Apellidos', 'Cédula', 'Teléfono', 'Email', 'Dirección', and 'Tarjeta'. Each field is represented by a text box. At the bottom of the form, there are two buttons: 'Aceptar' and 'Cancelar'.

Figura 16. Pantalla registro de personas

### 2.10.5 Reporte de asistencia

Despliega los registros tomados del sensor a la base de datos los cuales son:

- Fecha: Fecha actual y hora actual en la cual fue detectado el tag.
- Apellido: Apellido del usuario registrado.

- *Nombre: Nombre del usuario registrado.*
- *Email: correo electrónico del usuario registrado.*



The screenshot shows a window titled 'Reporte de Asistencia'. Inside the window, there is a table with the following data:

fecha	apellidos	nombre	email
10/11/2017 17:21:55:00	Fernando	Pedro	pfernando@ulbaret.es

*Figura 17. Pantalla de Reportes*

### **3. Capítulo III. Costos asociados y Pruebas de funcionamiento**

#### **3.1 Costos asociados**

Se analiza los costos de instalación del sistema presentado en este trabajo de titulación para la Universidad de las Américas campus Querí. La instalación de los lectores se realizaría en las plazas principales del campus.

Tabla 11.

*Análisis de costo*

<b>Hardware</b>						
<b>Dispositivos</b>	<b>Modelos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unidad</b>		<b>Total</b>	
Lectores	ROSS-AY- U910US (12m)	1	798.22		798.22\$	
Tags	3M	1	1.50\$		1.50\$	
Conector DB9		1	20\$		20\$	
Servidor (minimo)	Pc	1	500\$		700\$	
					<b>Total hardware</b>	<b>1519.72\$</b>
<b>Software</b>						
<b>Systema</b>	<b>Modelo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Horas de trabajo</b>	<b>Valor por hora</b>	<b>Valor unidad</b>	<b>Total</b>
<b>Lenguaje de programación</b>	Visual estudio	1	100	5\$		500\$
<b>Base de datos</b>	SQL Server	1	50	5\$		250\$
<b>Systema operativo</b>	Windows server R2	1			600\$	600\$
					<b>Total software</b>	<b>1350\$</b>
					<b>Total prototipo</b>	<b>2869.72\$</b>

**3.2 Pruebas de funcionamiento**

Para evitar cualquier tipo de fallos del sistema se debe realizar pruebas de su buen funcionamiento, por esta razón se desarrolla una variedad de pruebas pertinentes para el uso del sistema.

### 3.2.1 Lectura de tag

Se realiza un proceso de lectura para identificación de dispositivos personales ya que de esta manera se asignan a cada usuario.

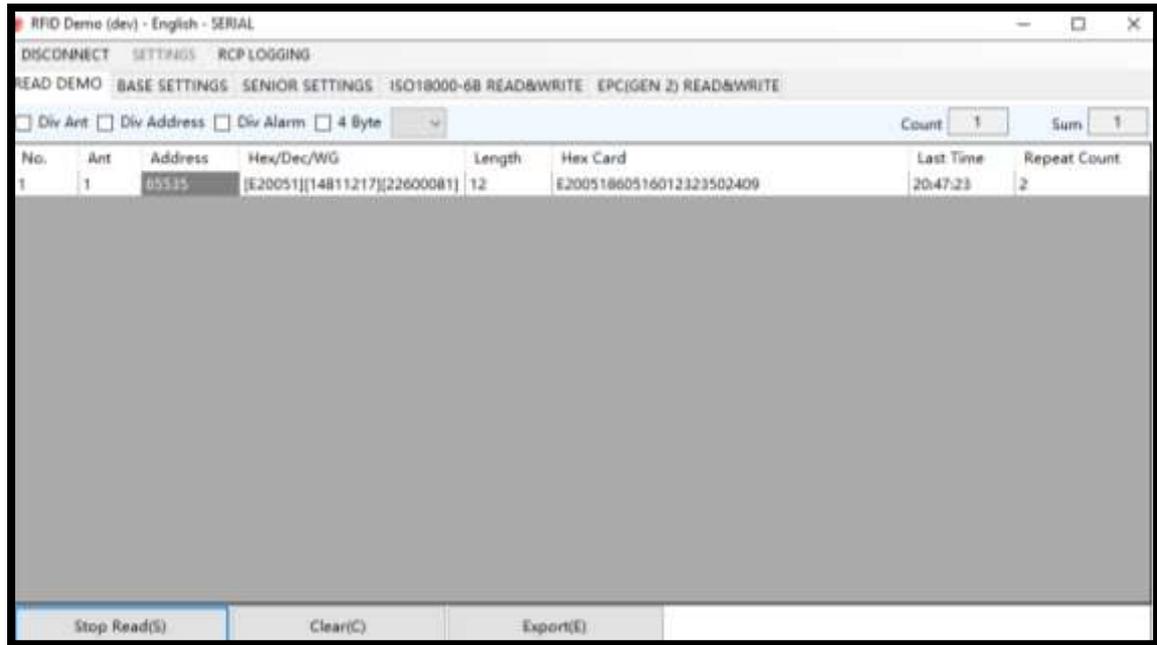


Figura 18. Sistema de identificaciones de tags

### 3.2.2 Ingreso de persona

Para ingresar un nuevo usuario que este enlazado al sistema en el espacio referente a tarjeta se asigna el número hexadecimal perteneciente al tag para que se encuentre ligado a la persona.

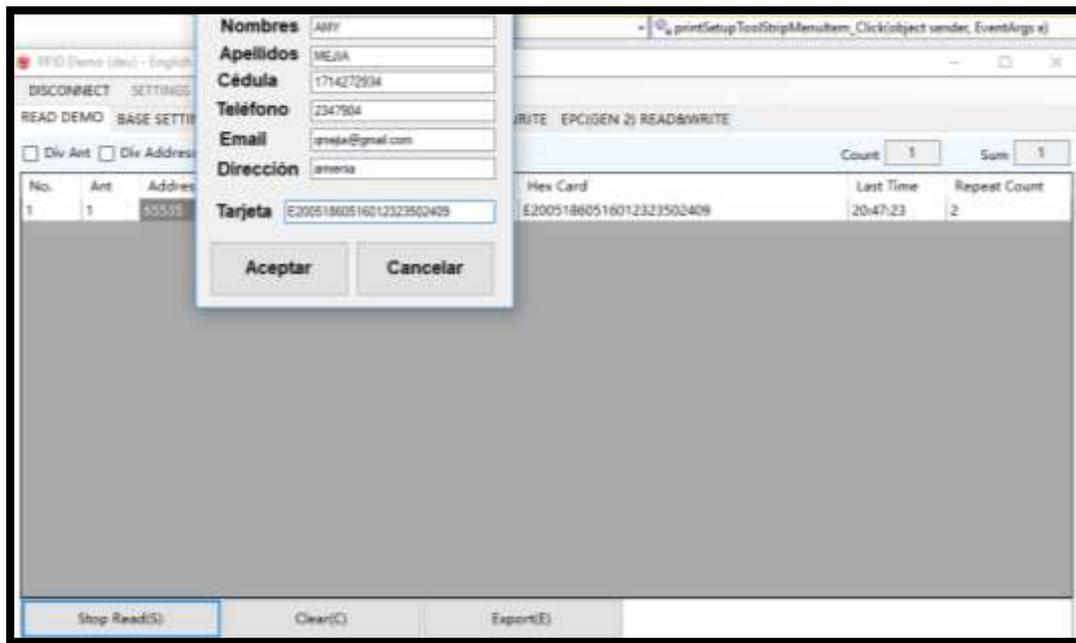


Figura 19. Ingreso de número de tag en persona

En la Figura 20 se puede observar que el nuevo usuario Amy al ingresar sus datos personales, éstos fueron grabados exitosamente en la base de datos.

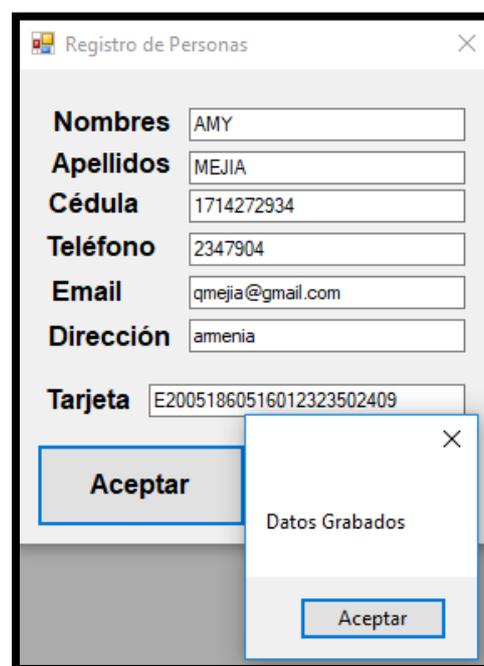
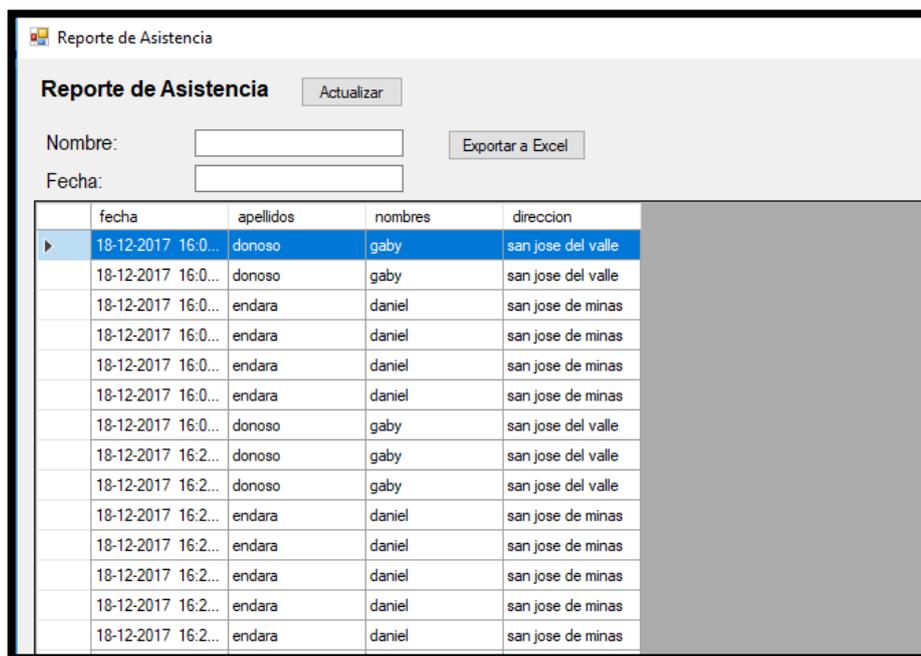


Figura 20. Ingreso de persona

### 3.2.3 Reporte

Se visualiza todas las actividades captadas por el sensor indicando los datos personales de los usuarios junto con la fecha y hora exacta en la cual realizó su acción.



	fecha	apellidos	nombres	direccion
▶	18-12-2017 16:0...	donoso	gaby	san jose del valle
	18-12-2017 16:0...	donoso	gaby	san jose del valle
	18-12-2017 16:0...	endara	daniel	san jose de minas
	18-12-2017 16:0...	endara	daniel	san jose de minas
	18-12-2017 16:0...	endara	daniel	san jose de minas
	18-12-2017 16:0...	endara	daniel	san jose de minas
	18-12-2017 16:0...	donoso	gaby	san jose del valle
	18-12-2017 16:2...	donoso	gaby	san jose del valle
	18-12-2017 16:2...	donoso	gaby	san jose del valle
	18-12-2017 16:2...	endara	daniel	san jose de minas
	18-12-2017 16:2...	endara	daniel	san jose de minas
	18-12-2017 16:2...	endara	daniel	san jose de minas
	18-12-2017 16:2...	endara	daniel	san jose de minas
	18-12-2017 16:2...	endara	daniel	san jose de minas

Figura 21. Pantalla de registro

### 3.2.4 Filtros de reporte

Se realiza búsquedas inmediatas de nombres y fechas exactas de los usuarios para facilitar requerimientos necesarios del control de personal.

Reporte de Asistencia

**Reporte de Asistencia** Actualizar

Nombre: gaby Exportar a Excel

Fecha: 16:27

	fecha	apellidos	nombres	direccion
▶	18-12-2017 16:27:33	donoso	gaby	san jose del valle
	18-12-2017 16:27:35	donoso	gaby	san jose del valle
	18-12-2017 16:27:35	donoso	gaby	san jose del valle
	18-12-2017 16:27:35	donoso	gaby	san jose del valle
	18-12-2017 16:27:36	donoso	gaby	san jose del valle
	18-12-2017 16:27:36	donoso	gaby	san jose del valle

Figura 22. Filtros de reporte

### 3.2.5 Exportación de reporte

Se exporta los datos filtrados o todos los almacenados en un archivo excel para facilitar su almacenamiento y gestión.

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista ¿Qué des

Pegar

Portapapeles

Fuente

Alineación

Número

Estil

General

Formato cor

Dar formato

Estilos de ce

A1

fecha

	A	B	C	D	E	F	G
1	fecha	apellidos	nombres	direccion			
2	18-12-2017 16:27:33	donoso	gaby	san jose del valle			
3	18-12-2017 16:27:35	donoso	gaby	san jose del valle			
4	18-12-2017 16:27:35	donoso	gaby	san jose del valle			
5	18-12-2017 16:27:35	donoso	gaby	san jose del valle			
6	18-12-2017 16:27:36	donoso	gaby	san jose del valle			
7							
8							

Figura 23. Exportación a Excel

### 3.3 Pruebas de inhabilitación del sistema

Existen acciones involuntarias de los usuarios en rolados al sistema que pueden poner en riesgo el buen funcionamiento del mismo, por esta razón se esclarece las acciones más importantes para evitar inconvenientes.

#### 3.3.1 Mal uso de dispositivos personales

No se debe ocultar los tags en billeteras, carteras o maletas para que el lector no tenga problemas de censado y que los datos no sean recopilados, de esta manera los usuarios evitan inconvenientes de registros, en la Figura 24 se muestra un mal uso del tag ya que el usuario lo oculto dentro de una billetera.



*Figura 24.* Tag oculto en billetera

#### 3.3.2 Mal registro de datos

En las Figuras 25 se muestra que el programa se encuentra con control de errores, al ingresar datos erróneos en pantalla login, envía un mensaje indicando al administrador que se encuentra ingresando mal sus datos.

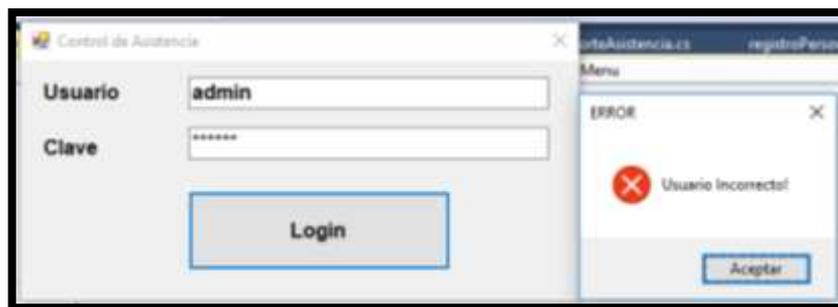


Figura 25. Mal ingresos de datos en pantalla de ingreso a login

De igual manera en la Figura 26 el control de errores envía un mensaje indicando que todos los datos personales al crear un nuevo usuario son obligatorios para ser creado.

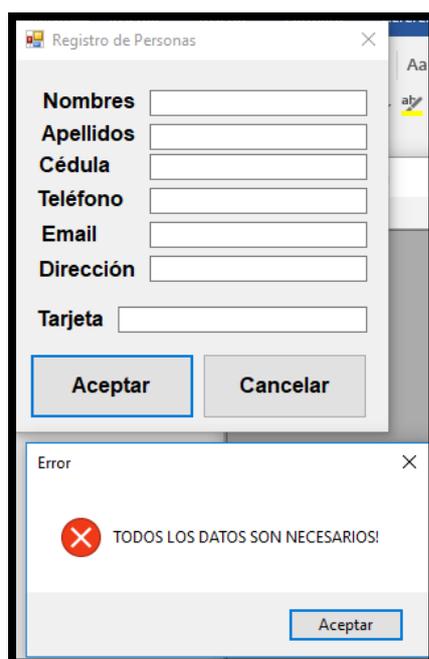


Figura 26. Mal ingreso de datos en pantalla de nuevo usuario

- Para solucionar los inconvenientes mencionados anteriormente, todos los usuarios que conformarán parte del sistema deben obligatoriamente asistir a las capacitaciones que se debe realizar para el buen uso del sistema de control de personal para instituciones educativas y de esta manera se minimizarán los erros involuntarios expuestos anteriormente.

## 4. Conclusiones y Recomendaciones

### 4.1 Conclusiones

RFID es una tecnología que se la puede explotar de cualquier manera en este caso fue determinada para proporcionar un control minucioso del personal en una institución educativa, para lograr así óptimos resultados a su favor, para que de esta manera puedan tener un control en tiempo real de entrada y salida de los usuarios enrolados.

Se desarrolló una minuciosa investigación técnica, sobre tecnologías usadas para control de asistencia las cuales fueron relacionadas entres si, resultando como mejor opción el manejo de un sistema que use tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID). Los estándares que existen para cada tecnología son indispensables al momento de ejecutar en un proyecto ya que cada una determina especificaciones para todos los componentes que se deben usar, si las normas son seguidas correctamente el proyecto será optimo en su funcionamiento final.

Un diagrama de base de datos correctamente dimensionado, optimiza a cada tabla relacionada para lograr el uso exacto de indicadores y así elaborar cada tabla con los tipos de datos requeridos, controlando su volumen de crecimiento. La BDD será menos propensa a fallos al no ocupar grandes cantidades de recursos para su funcionamiento.

El lenguaje de programación visual estudio fue la herramienta con la cual se creó las interfaces gráficas y sus pertinentes botones configurados en cada interfaz para requerimientos espesificos de cada pantalla y el proyecto, con este sistema se puede ingresar y visualizar de mejor manera todas las descripciones de las tablas creadas en SQL ya que se encuentran enlazados trabajando en tiempo real.

El prototipo se desarrolló para tener un control de entrada y salida dentro de instituciones educativas con un alto flujo de personal, usa tecnología RFID junto con TAGS para captar los datos almacenados y ser gestionados mediante una interfaz gráfica. El sistema es fácil de manejar, además es un prototipo totalmente escalable que solo necesita la inversión de un mínimo capital para ser requerido, esto muestra que la elección de dicha tecnología es la mejor alternativa para ser implementada en un plantel educativo.

#### **4.2 Recomendaciones**

Se puede hacer mejoras al integrar el sistema en más de una entrada, se recomienda usar equipos de red para que estén correctamente comunicados, y así ampliar el control integrando más lectores RFID, de esta manera será una solución para instituciones educativas de gran tamaño.

Es necesario realizar capacitaciones a todos los usuarios que se encuentran en rolados en el sistema, para ser informados del buen y mal uso de los dispositivos personales que serán entregados, de igual manera explicar el funcionamiento del sistema en general, para evitar inconvenientes una vez ya instalado en un centro educativo.

Se recomienda adquirir un servidor más robusto para que el sistema responda de manera efectiva al crecimiento de los usuarios ya que también puede ser válido para personal administrativo. A su vez se recomienda instalar un equipo de UPS (uninterruptible power supply) para salvaguardar el sistema en caso de fallos eléctricos.

## REFERENCIAS

- AliExpress. (s.f.). *es.aliexpress.com*. Recuperado el 02 de septiembre de 2017, de [https://ru.aliexpress.com/item/Hot-sale-10pcs-UHF-RFID-card-reader-902-928MHz-5M-long-range-passive-NFC-reader-RFID/32831196953.html?spm=a2g0v.search0301.3.15.VMyHII&ws\\_ab\\_t est=searchweb0\\_0,searchweb201602\\_0\\_10073\\_10152\\_10173\\_10151\\_10536\\_10538\\_10537\\_10539](https://ru.aliexpress.com/item/Hot-sale-10pcs-UHF-RFID-card-reader-902-928MHz-5M-long-range-passive-NFC-reader-RFID/32831196953.html?spm=a2g0v.search0301.3.15.VMyHII&ws_ab_t est=searchweb0_0,searchweb201602_0_10073_10152_10173_10151_10536_10538_10537_10539)
- Almonacid, L. (2007). *Estudio de factibilidad para implementar tecnología RFID*. Recuperado el 16 de octubre de 2017, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/bmfcia452e/doc/bmfcia452e.pdf>
- Alvarado, J. (2008). *Sistema de Control de Acceso con RFID*. Recuperado el 14 de octubre de 2017, de <https://www.cs.cinvestav.mx/TesisGraduados/2008/tesisJorgeAlvarado.pdf>
- Bibliotec. (s.f.). *Cronología de RFID*. Recuperado el 06 de septiembre de 2017, de [https://biblioteca.unirioja.es/tfe\\_e/TFE000285.pdf](https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE000285.pdf)
- Cablematic. (s.f.). *Conversor USB a serie RS232*. Recuperado el 09 de octubre de 2017, de <http://www.cablematic.es/producto/Adaptador-USB-a-RS232-de-1-puerto-DB9-macho/>
- Ddigital. (s.f.). *Componentes de etiqueta RFID*. Recuperado el 13 de octubre de 2017, de [http://www.ddigital.mx/rfid\\_introduccion.aspx](http://www.ddigital.mx/rfid_introduccion.aspx)
- Fqingenieria. (s.f.). *Estándares*. Recuperado el 13 de octubre de 2017, de <https://www.fqingenieria.com/es/conocimiento/estandares-y-regularizaciones-para-rfid-36>
- INCIBE. (s.f.). *Tecnologías biométricas aplicadas a la ciberseguridad*. Recuperado el 11 de octubre de 2017, de [https://www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/guias/doc/guia\\_tecnologias\\_biometricas\\_aplicadas\\_ciberseguridad\\_metad.pdf](https://www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/guias/doc/guia_tecnologias_biometricas_aplicadas_ciberseguridad_metad.pdf)
- Indiamart. (s.f.). *Divya Computers*. Recuperado el 12 de octubre de 2017, de <https://www.indiamart.com/divyacomputers-ongole/>

- Maluquis, W. (2017). *Definicion una antenawifi*. Recuperado el 10 de octubre de 2017, de <http://librawmr.blogspot.com/2014/10/definicion-una-antenawifi-es-un.html>
- Maxdomo. (s.f.). *Memoria de contacto*. Recuperado el 12 de octubre de 2017, de <http://maxdomo.com/maxkey.htm>
- Microwavejournal. (s.f.). *Componentes internos de un lector RFID*. Recuperado el 12 de octubre de 2017, de <http://www.microwavejournal.com/articles/5271-modern-rfid-readers>
- Portaleducativo. (s.f.). *La luz: reflexión y refracción*. Recuperado el 16 de octubre de 2017, de <https://www.portaleducativo.net/tercero-basico/780/La-luz-reflexion-y-refraccion>
- RFIDpoint. (s.f.). *Antena UHF RFID*. Recuperado el 08 de septiembre de 2017, de <http://www.rfidpoint.com/lector-rfid-uhf-dl910-ofrece-el-rango-de-lectura-hasta-15m/>
- Rfidspain. (s.f.). *EPC Gen 2 Class 1 UHF ya es un estándar ISO: 18000-6C*. Recuperado el 07 de septiembre de 2017, de <http://www.rfid-spain.com/articulo/27262/rfid/epc-gen-2-class-1-uhf-ya-es-un-estandar-iso-18000-6c>
- Schettinisistemasfiscales. (s.f.). *Lector de bandas magnéticas*. Recuperado el 10 de octubre de 2017, de <https://www.schettinisistemasfiscales.com/productos-schettini-cordoba>
- Slideshare. (s.f.). *Códigos de barra*. Recuperado el 09 de septiembre de 2017, de <https://pt.slideshare.net/ivantogo/cdigos-barra/3>
- Soterelabs. (06 de 07 de 2012). *Los códigos bidimensionales y las diferencias entre los QR y los BIDI*. Obtenido de <http://www.storelabs.com/los-codigos-bidimensionales-y-las-diferencias-entre-los-codigos-qr-y-los-bidi/>
- Stronglink. (s.f.). *Tarjeta Estándar UHF*. Recuperado el 08 de septiembre de 2017, de <http://www.stronglink-rfid.com/es/rfid-cards/UHFStandardCard.html>
- todoexpertos. (2008). *Access y Sql server*.

- Tripplite. (s.f.). *Cable Adaptador USB a Serial (USB-A a DB9 M/M), 1.52 m [5 pies]*. Recuperado el 06 de septiembre de 2017, de <https://www.tripplite.com/sku/U209-000-R/lang/es>
- Udlap. (s.f.). *Conceptos de Radiofrecuencia* . Recuperado el 12 de octubre de 2017, de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lem/nocedal\\_d\\_jm/capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/nocedal_d_jm/capitulo1.pdf)
- Udlap. (s.f.). *Línea de vista*. Recuperado el 11 de octubre de 2017, de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lem/nocedal\\_d\\_jm/capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/nocedal_d_jm/capitulo1.pdf)
- Udlap. (s.f.). *Tutorial sobre circuitos RFID capítulo IV*. Recuperado el 18 de septiembre de 2017, de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lep/urbina\\_r\\_rd/capitulo4.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/urbina_r_rd/capitulo4.pdf)
- Unirioja. (s.f.). *Generalidades e historia de RFID*. Recuperado el 11 de octubre de 2017, de [https://biblioteca.unirioja.es/tfe\\_e/TFE000285.pdf](https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE000285.pdf)
- Wordpress. (s.f.). *Tag RFID*. Recuperado el 11 de octubre de 2017, de <https://mundonfc.wordpress.com/2012/02/08/diferencia-entre-nfc-y-rfid/>

**ANEXO**

Tecnología	Tipo	Marca	Modelo	Software	Seguridad de datos	Almacenamiento de equipo	de la información de dispositivos personales	Distancia de lectura	Incidencias con el sistema	Solución de incidencias	Soluciones por fallos del lector principal	Interferencias Potenciales	Lugares óptimos de colocación	Daños por terceros	Ciclo de vida del equipo y componentes	Coste de instalación	Coste de Mantenimientos	Coste de dispositivos personales por unidad	Coste del sistema con software de fabrica
<b>B i o m e t r i c o</b>	Dactilar	ViperTek	VIP-BC3000-HID,	Gratuito limitado, integrado o personalizado	Alta	Capacidad hasta 3000 huellas.	No modificable	Requiere contacto al ser sensores corporales.	Problemas de fallos eléctricos, caídas del sistema y ataques informáticos afectan a todas las tecnologías.	Problemas eléctricos se puede solucionar temporalmente con redes regulas o UPS directamente. Se debe escanear constantemente e el equipo para descartar virus y posibles malwares, las memorias no deben estar saturadas. Lo más recomendable es permitir el acceso al sistema usando contraseña, se debe mantener actualizado el software, evitar respaldos con dispositivos extraibles.	Se puede registrar un grupo de tarjetas de proximidad para cada usuario o una asignación de clave mediante teclado, siempre y cuando el biometrico tenga esta fusión.	Bloqueo por ruido y línea de vista.	Interiores	Alta	Indefinido	Media	El coste de un sistema biometrico será menor por no depender de dispositivos perosnales.	No requiere	378\$
	Facial, tarjetas y dactilar	ViperTek	VIP-FR-BID			Capacidad 1200 faciales y 2000 tarjetas y huellas.		Distancia máxima de hasta 1.0 m para tecnologías oculares.											477\$
	Reconocimiento de iris y retina	CROSSMATCH	I-Scan 2.0 IP54			Capacidad de 3000 iris		Para reconocimientos de tarjetas tendrá una distancia máxima de 0.30m.											650\$
	Geometria de mano	Handpunch	2000rsi			Capacidad 512 manos													900\$
<b>L E C T O R R F I D</b>	Lector	ViperTek	VIP-LRUHF	Gratuito limitado, integrado o personalizado	Alta	Requiere software de gestión.	Modificable	No requiere contacto , distancias máximas hasta 6 m.	Problemas de fallos eléctricos, caídas del sistema y ataques informáticos afectan a todas las tecnologías.	Problemas eléctricos se puede solucionar temporalmente con redes regulas o UPS directamente. Se debe escanear constantemente e el equipo para descartar virus y posibles malwares, las memorias no deben estar saturadas. Lo más recomendable es permitir el acceso al sistema usando contraseña, se debe mantener actualizado el software, evitar respaldos con dispositivos extraibles.	Ninguna	Bloqueo por línea de vista y ambientes hostiles	Exteriores amplios	Baja	Indefinido	Alta	El coste por mantenimiento cumple con gastos de pérdida o mal usos de dispositivos personales.	15\$ tags	341,48\$
	Lector	ROSSLA RE SECLATY PRODUCTS	ROSS-AY-U310US					No requiere contacto , distancia máxima hasta 12 m										4\$ tarjetas	798,22\$
<b>Bandas Magneticas</b>	Lector	OSAYDE	MSR606E	Integrado o personalizado	Media			Requiere contacto				Bloqueo por objetos entre el lector y manipulación de las bandas.	Interiores	Media	Baja	Baja	El coste por mantenimiento cumple con gastos de pérdida o mal usos de dispositivos personales.	0.25\$ venta por centenas	200\$
<b>Codigo de Barras</b>	Lector	Symbol	Ds4308	Minima		No Modificable		Requiere línea de vista máxima hasta 1.5m				Bloqueo por objetos entre el lector y manipulación de las barras.		Media	Media	Baja			0.50\$ venta por centenas
<b>Memorias de contacto</b>	Memoria	SOVICA	Cam 4000	Integrado o personalizado	Alta	Requiere software de gestión, guarda 4000 llaves de contacto,	Modificable	Requiere contacto				Bloqueo por manipulación del contacto.	Interiores y Exteriores	Bajo	Alta	Media		2\$ cada dispositivo	150\$

