



RFID APLICADO A LA SEGURIDAD VIAL PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

Profesora de trabajo final: Dra. Marcela Samela

Tutoría: Dra. Rocio Rodriguez

Alumno: Sebastian Manai

Trabajo Final de Carrera presentado para obtener el título de
Licenciatura en Gestión de Tecnología Informática

Marzo, 2024

Resumen

Hoy en día la tecnología se presenta en la vida cotidiana de muchas formas, no solo ayuda con ciertas tareas sino también funciona como un instrumento para mejorar la calidad de vida de las personas.

Si bien son cada vez más grandes los avances de las automotrices con respecto a las tecnologías que se incorporan en los vehículos, se cree que eso es solo un lado de la cara. El otro lado de la cara está dado por los peatones y transeúntes que componen el tránsito en la ciudad, sobre ellos trabajaremos aplicando tecnologías para ayudar a prevenir accidentes.

Desde el lado sociológico se puede observar como el exceso de tecnología logra que el humano pierda conciencia y percepción del entorno en el que se encuentra, esto es un problema real que cuesta la vida de muchas personas.

Esta es una propuesta de intervención en el campo profesional donde desarrollaremos una aplicación móvil integrada con dispositivos RFID, que ayude a minimizar y prevenir los accidentes en cruces peatonales y pasos a nivel de trenes. El proyecto no solo ayudaría a los peatones adolescentes a percibir el entorno en el que se encuentran, sino también a personas con capacidades diferentes, a transitar con más libertad en la ciudad.

Palabras Clave: aplicación móvil, conciencia vial, seguridad vial, tecnología RFID

Abstract

Nowadays, technology manifests itself in everyday life in many ways. It not only assists with various tasks but also serves as a tool to enhance the quality of life for individuals.

While automotive companies are making significant advancements in incorporating technologies into vehicles, it is believed that this represents only one side of the coin. The other side of the coin is constituted by pedestrians and commuters who form the traffic in a city, and it is upon them that we will work by applying technologies to help prevent accidents.

From a sociological perspective, it can be observed how the excess of technology causes humans to lose awareness and perception of the environment they are in. This is a real problem that costs the lives of many people.

This is a proposal for intervention in the professional field where we will develop a mobile application integrated with RFID devices, to help minimize and prevent accidents at pedestrian crossings and railway level crossings. The project would not only assist teenage pedestrians in perceiving the environment they are in, but also enable people with different abilities to move more freely in the city.

Keywords: mobile application, RFID technology, road awareness, road safety

Dedicatoria y agradecimiento

Dedico este trabajo especialmente a mi familia, por ser una fuente de inspiración constante y por apoyarme incondicionalmente durante todo el proceso.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a la Dra. Marcela Samela y a la Dra. Rocio Andrea Rodriguez, sin su valiosa ayuda, este trabajo no habría sido posible. Agradezco además a todos los profesores y compañeros de estudio por brindarme sus conocimientos, consejos y críticas constructivas, las cuales me ayudaron a mejorar y crecer tanto académica como personalmente.

Por último, quiero agradecer a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de este trabajo. Su colaboración fue fundamental para alcanzar este logro.

Índice General

Resumen	2
Abstract	3
Índice General.....	5
Índice de Figuras	7
Índice de tablas.....	8
Capítulo I – Introducción.....	9
1.1 Introducción.....	9
1.2 Identificación y planteo del problema.....	10
1.3 Justificación del abordaje	13
1.4 Destinatarios	14
1.5 Objetivo general y objetivos específicos.....	14
1.6 Impacto de la intervención	15
1.6.1. Impacto económico	15
1.6.2. Impacto tecnológico	15
1.6.3. Impacto en los peatones.....	15
Capítulo II – Marco Teórico	16
2.1. Introducción.....	16
2.2. Principios y funcionamiento de la tecnología RFID	16
2.3. Componentes de un sistema de RFID	17
2.3.1. Etiquetas o Tags RFID	18
2.3.2. Frecuencia de trabajo de la tecnología RFID	21
2.3.3. Lectores y antenas RFID	22
2.3.4. Middleware RFID	25
2.3.5. Sistemas de información	26
2.4. Dispositivos móviles	26
2.5. Tipos de aplicaciones móviles	27
2.5.1. Aplicaciones móviles nativas.....	27
2.5.2. Aplicaciones móviles híbridas	28
2.5.3. Aplicaciones móviles WEB o progresivas	28
Capítulo III – Estado del Arte	30

3.1.	Introducción.....	30
3.2.	Modelos existentes de RFID.....	30
3.3.	Sistemas de seguridad vial sin RFID	34
3.4.	Ciclo de vida de adopción de tecnologías e innovaciones	37
3.5.	Utilización de dispositivos inteligentes en Argentina.....	38
3.6.	Usabilidad y accesibilidad.....	39
3.7.	Seguridad.....	40
3.8.	Conclusiones.....	41
Capítulo IV – Propuesta a Implementar.....		42
4.1.	Detalle de funcionamiento.....	42
4.2.	Instalación de Lectores RFID en Intersecciones.....	43
4.3.	Procesamiento y Comunicación de Datos	43
4.4.	Recursos necesarios	44
4.4.1.	Recursos Humanos.....	44
4.4.2.	Equipo y Tecnología	44
4.4.3.	Acceso a Datos.....	45
4.4.4.	Financiamiento.....	45
4.5.	Diseño de la Solución.....	45
4.5.1.	Desarrollo de la Aplicación Móvil.....	45
4.5.2.	Vinculación entre Etiqueta RFID y Aplicación.....	47
4.5.3.	Sistema de alertas personalizadas	47
4.5.4.	Control Parental	47
4.5.5.	Pruebas y Validación.....	47
4.5.6.	Plan de Mantenimiento y Actualización	49
4.6.	Factores eventuales que pudiesen incidir en los resultados.....	50
Capítulo V – Conclusión.....		51
Capítulo VI – Futura líneas de proyectos		53
6.1.	Integración de tecnologías emergentes en seguridad vial	53
6.2.	Diseño de sistemas de alerta personalizados	53
Acrónimos		54
Referencias.....		55

Índice de Figuras

Figura 1 Muertes totales en accidentes de transito	11
Figura 2 Uso de teléfonos celulares por conductores	12
Figura 3 Uso de teléfonos celulares por peatones.....	13
Figura 4 Sistema RFID en telepase.....	17
Figura 5 Componentes de un sistema RFID	18
Figura 6 Tags pasivos de RFID.....	19
Figura 7 Tag activo de RFID.....	20
Figura 8 Tag semi-pasivo de RFID.....	20
Figura 9 Lector RFID de largo alcance (UHF)	23
Figura 10 Antenas RFID	25
Figura 11 Estructura RFID convencional.....	26
Figura 12 Tipos de aplicaciones móviles	29
Figura 13 Identificación de vehículos con RFID.....	32
Figura 14 Sistema de peaje inteligente con RFID	33
Figura 15 Etiquetas RFID para libros	34
Figura 16 Lectores de patentes	35
Figura 17 Semáforo de piso.....	36
Figura 18 Ciclo de adopción de tecnologías.....	37
Figura 19 Uso de móviles, internet y redes sociales	39

Índice de tablas

Tabla 1 Porcentaje disminución de muertos en accidentes	10
Tabla 2 Frecuencias utilizadas en la tecnología RFID	21
Tabla 3 Aplicaciones RFID según rango de frecuencias.....	22
Tabla 4 Comparativa de los tipos de aplicaciones	29

Capítulo I – Introducción

1.1 Introducción

La presente propuesta de intervención en el campo profesional, se centra en el fenómeno del tráfico y los problemas asociados que requieren una regulación adecuada. Entre estos problemas se encuentra el establecimiento de un orden de prioridad en los desplazamientos, determinando qué usuarios tienen preferencia y cuáles deben ceder el paso cuando sus trayectorias se cruzan. En este contexto, varios elementos deben ser considerados, incluyendo los semáforos, los pasos a nivel de trenes, los vehículos, los peatones y el ambiente sociocultural. Este último aspecto es de especial relevancia, ya que el comportamiento de las personas determina en gran medida la seguridad del tránsito vehicular o peatonal, sin importar la tecnología aplicada en la vía pública o en los vehículos.

En la actualidad, la tecnología se ha convertido en una herramienta fundamental para mejorar diversos aspectos de nuestra vida cotidiana. Uno de los ámbitos en los que la tecnología podría llegar a tener un gran impacto, es en la seguridad vial, especialmente en la prevención y reducción de accidentes. A pesar de los avances tecnológicos en los vehículos, la seguridad de los peatones sigue siendo una preocupación importante debido a su vulnerabilidad en las calles y en los cruces peligrosos.

Una tecnología que ha demostrado ser efectiva en este campo es la Identificación por Radio Frecuencia (RFID), la cual permite la identificación automática de objetos y personas mediante el uso de etiquetas electrónicas y lectores especializados. En el ámbito de la seguridad vial, el RFID puede ser utilizado para mejorar la visibilidad de los peatones y advertir sobre cruces peligrosos, reduciendo así el riesgo de accidentes.

En esta propuesta de intervención, se abordará el uso de la tecnología RFID en la seguridad vial, específicamente para la prevención y reducción de accidentes peatonales. El foco principal de este trabajo es contribuir al desarrollo de soluciones innovadoras y efectivas que mejoren la seguridad vial y reduzcan los riesgos de accidentes.

1.2 Identificación y planteo del problema

En la sociedad actual se observa un preocupante aumento de los accidentes de tránsito, los cuales podrían evitarse mediante la implementación de campañas de educación vial efectivas, continuas y abarcadoras, dirigidas tanto a conductores como a peatones, con el objetivo de fomentar el respeto de las normas viales. Sin embargo, entre todos los agentes involucrados, los peatones son los más vulnerables y se encuentran expuestos a sufrir graves consecuencias.

Esta cuestión representa una preocupación a nivel global y se ha convertido en una de las principales causas de muerte en todo el mundo, con un alarmante número de más de 1.200.000 víctimas fatales cada año. Es importante destacar que los jóvenes y niños se ven especialmente afectados, ya que constituye la principal causa de mortalidad en este grupo demográfico. En nuestro país, esta problemática representa más del 22% de todas las muertes relacionadas con el tránsito y como se muestra en la Tabla 1, el porcentaje de disminución de accidentes, es prácticamente nulo. Además, es relevante señalar que los peatones son las víctimas más comunes, especialmente en las zonas urbanas. Este contexto requiere una atención especial al desarrollar políticas de planificación urbana y en la promoción de la educación vial, tanto de manera formal como informal. (Luchemos por la vida, 2013)

Tabla 1

Porcentaje disminución de muertos en accidentes

Año	1990	2000	2008	2012	2014	2018	% Disminución muertes 1990 - 2018
Canadá	3963	2904	2431	2079	1834	1841	54%
Holanda	1373	1082	677	566	570	598	57%
Suecia	772	591	397	285	282	324	58%
España	9032	5777	3100	1903	1680	1806	80%
Argentina	7075	7545	8205	7485	7613	7274	0%

Nota. Adaptada de *Muertos totales en accidentes de tránsito*, por Luchemos por la vida, 2018,

(<http://www.luchemos.org.ar/es/estadisticas/internacionales/comparacion-de-argentina-con-otros-paises>).

Figura 1*Muertes totales en accidentes de tránsito*

Nota. Tomado de *Muertos totales en siniestros de tránsito*, por Luchemos por la vida, 2018, (<http://www.luchemos.org.ar/es/estadisticas/internacionales/comparacion-de-argentina-con-otros-paises>).

Dada la trascendencia de este asunto, la organización "Luchemos por la Vida" lanzó una campaña de concientización denominada "Peatones seguros" a través de diversos medios de comunicación, como la radio, la televisión y otros canales audiovisuales. El objetivo principal de esta campaña fue crear conciencia en los peatones urbanos sobre su vulnerabilidad en el tráfico, aumentar su percepción del riesgo y recordarles conductas seguras al transitar por las calles. La campaña propuso medidas de autoprotección, como la importancia de cruzar por las esquinas o utilizar las sendas peatonales. Enfatizaron en la necesidad de respetar los semáforos, ya que en esos puntos los vehículos deben dar prioridad a los peatones. Para ilustrar esta problemática, la campaña mostró situaciones de riesgo comunes entre los peatones, como cruzar por la mitad de la cuadra, hablar por teléfono, utilizar el celular o distraerse sin prestar atención, y cómo estas acciones pueden terminar en una tragedia (Luchemos por la vida, 2013).

La mejor y única protección para los peatones sería el estricto cumplimiento de las normas de tránsito, sin embargo, esta práctica no se lleva a cabo de manera generalizada. La mayoría de los peatones cruzan por cualquier lugar, sin respetar las sendas peatonales, esperan para cruzar debajo del cordón de la vereda o directamente sobre la calle, exponiéndose prácticamente al alcance de cualquier vehículo. Además, cruzan con el semáforo en verde y el caso principal que queremos tratar es el de las personas que utilizan sus dispositivos móviles para hablar o enviar mensajes mientras cruzan la calle o los pasos a nivel de trenes. Debido a la frecuencia de esta práctica, especialmente entre los adolescentes, se ha estado analizando la

posibilidad de imponer sanciones a las personas que crucen la calle utilizando el celular (Minuto Uno, 2017).

Varias investigaciones han demostrado las notables limitaciones que presenta nuestro cerebro cuando se trata de llevar a cabo simultáneamente dos tareas que requieren atención. Un enfoque importante de estas investigaciones ha sido evaluar el grado de peligro asociado a la conducción mientras se mantiene una conversación telefónica o se envían mensajes de texto, incluso cuando se utiliza un sistema de manos libres. Los resultados demuestran los riesgos inherentes de conducir utilizando el teléfono celular, como se muestra en la Figura 2 y de caminar utilizando el teléfono celular, como se muestra en la Figura 3. Las observaciones realizadas revelan que las personas que participan en esta actividad, tienden a mostrar comportamientos preocupantes. Por ejemplo, cruzan las calles a un ritmo más lento, sin prestar atención al tráfico circundante y sin esperar a que los vehículos se detengan por completo, antes de iniciar su cruce. Este riesgo se observa en una proporción significativamente mayor entre los usuarios de teléfonos celulares, en comparación con aquellos que no los utilizan (Luchemos por la vida, 2020).

Figura 2

Uso de teléfonos celulares por conductores

Uso del teléfono celular durante la conducción de automóviles particulares en la Ciudad de Buenos Aires				
septiembre 2007	septiembre 2011	septiembre 2014	septiembre 2017	noviembre 2020*
4,1 %	9,7%	10,8%	13.3%	17,2%

Nota. Tomado de *Un peligro creciente en las manos de conductores y peatones*, por Luchemos por la vida, 2020, (<http://luchemos.org.ar/es/investigaciones/el-telefono-celular-un-peligro-en-las-manos-de-conductores-y-peatones>).

Figura 3

Uso de teléfonos celulares por peatones



Nota. Tomado de *Un peligro creciente en las manos de conductores y peatones*, por Luchemos por la vida, 2020, (<http://luchemos.org.ar/es/investigaciones/el-telefono-celular-un-peligro-en-las-manos-de-conductores-y-peatones>).

Para los peatones, al igual que para los conductores, la distracción emerge como el principal problema subyacente. Este fenómeno se manifiesta de manera similar en ambos grupos. En el contexto del tráfico caótico de nuestro país, la adopción generalizada de este nuevo hábito por parte de peatones y conductores, solo agrava la seguridad en la vía pública, representando un desafío adicional para la prevención de accidentes y lesiones (Luchemos por la vida, 2020).

Resulta preocupante que todas las entidades dedicadas al estudio del tránsito coincidan en la necesidad de hacer énfasis en la educación y el control. A pesar de la existencia de las leyes de tránsito, que en algunos casos se integran en la educación desde la escuela primaria, los peatones continúan sin cumplir la mayoría de las normas, lo cual implica una inexplicable apuesta por el peligro e incluso la muerte.

1.3 Justificación del abordaje

En la última década, han surgido diversos métodos, tecnologías y herramientas destinados a la prevención de accidentes, pero se ha observado una falta de evolución en esta área en comparación con los cambios experimentados por la sociedad en su conjunto. En la actualidad, nos enfrentamos a problemáticas distintas, la sociedad ha experimentado transformaciones significativas y la forma en que las personas interactúan con su entorno también ha evolucionado.

En la actualidad, no se dispone de una tecnología específicamente diseñada para abordar de manera completa y exhaustiva los desafíos relacionados con la seguridad vial de los peatones. Para comprender adecuadamente cómo la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID) puede contribuir en el ámbito de la seguridad vial, será crucial enfocarse en los objetivos que se pretenden lograr con su implementación.

El alcance de este proyecto va más allá de la mera dimensión tecnológica, ya que su objetivo principal es promover un cambio de comportamiento en la conducta de los peatones. Esta herramienta no se limita únicamente a su capacidad para prevenir accidentes de tránsito o para mejorar la movilidad de los peatones en entornos urbanos, su alcance va más allá de eso, ya que busca influir positivamente en el comportamiento de los peatones y en la interacción general de la sociedad con la seguridad vial y la accesibilidad.

1.4 Destinatarios

Este trabajo está destinado principalmente para los jóvenes y adolescentes que comienzan a transitar por las calles y que en mayor grado son atrapados por las distracciones tecnológicas. A su vez también está destinado a personas con alguna capacidad diferente y al resto de los usuarios de teléfonos celulares, para ayudarlos a transitar por las calles de una manera más segura.

1.5 Objetivo General y Objetivos Específicos

El objetivo general de esta propuesta de intervención es diseñar y desarrollar un sistema de alertas basado en tecnología RFID y dispositivos móviles, para reducir los accidentes peatonales y mejorar la seguridad vial.

Los objetivos específicos de esta propuesta de intervención son:

- Analizar las distintas alternativas de etiquetas RFID, lectores y antenas, para elegir la mejor opción que se adapte a la solución.
- Identificar los puntos críticos de la vía pública, como los semáforos y cruces viales más concurridos, donde se implementarán los lectores y antenas RFID, que serán los encargados de leer los Tags o etiquetas instaladas en los teléfonos celulares, para luego poder alertar a los peatones sobre situaciones de cruce peligroso, a través de la aplicación móvil.
- Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo y de actualización, para todo el sistema y sus componentes.
- Fomentar un comportamiento responsable y un compromiso por parte de los peatones, al transitar por la vía pública.

1.6. Impacto de la intervención

1.6.1. Impacto económico

La implementación de este nuevo sistema generará diversos efectos económicos como:

- Reducir los gastos asociados a accidentes peatonales.
- Disminuir los costos de mantenimiento e infraestructura viales afectados por accidentes.
- Generar oportunidades económicas para empresas relacionadas con la fabricación y distribución de dispositivos RFID y empresas encargadas del desarrollo de aplicaciones móviles.

1.6.2. Impacto tecnológico

La implementación de esta aplicación representará un avance tecnológico significativo en el campo de la seguridad vial y el uso de la tecnología RFID. La integración de esta tecnología permitirá una detección más precisa y rápida de los puntos críticos de cruce, mejorando así la eficacia de las alertas a los peatones. Además, el desarrollo de esta aplicación podría abrir el camino para futuras innovaciones en el ámbito de la seguridad vial y la aplicación de la tecnología RFID en otros campos.

1.6.3. Impacto en los peatones

El impacto más relevante de esta intervención es el beneficio directo para los peatones. Al recibir alertas en sus teléfonos celulares, los peatones estarán más conscientes de los riesgos y serán más propensos a tomar precauciones adicionales al cruzar la calle o los pasos a nivel de trenes. Esto podría resultar en una disminución significativa de accidentes y lesiones, mejorando así la seguridad y calidad de vida de los peatones, tanto en las zonas urbanas como suburbanas.

Capítulo II – Marco Teórico

2.1. Introducción

En el mundo contemporáneo, la tecnología ha ejercido un impacto profundo y transformador en prácticamente todos los aspectos de la vida cotidiana. Uno de los campos que ha experimentado un desarrollo acelerado es la comunicación inalámbrica y la interconexión de dispositivos electrónicos. En este contexto, la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID), ha emergido como un componente clave en la revolución digital, facilitando la interacción entre objetos físicos y sistemas informáticos de una manera sin precedentes.

Este trabajo se introduce en el universo de posibilidades que ofrece la tecnología RFID, centrándose en una aplicación específica que refleja la convergencia de innovación tecnológica y seguridad ciudadana. La integración de tecnología RFID combinada con una aplicación para dispositivos móviles, puede contribuir significativamente a mejorar la seguridad de los peatones en entornos urbanos, específicamente en zonas de cruces peligrosos y pasos a nivel de trenes.

Se exploran en detalle los fundamentos de la tecnología RFID, incluidos sus principios de funcionamiento, componentes, características técnicas y aplicaciones previas. Además, se analizan los enfoques existentes para la seguridad de los peatones en zonas de cruces peligrosos y pasos a nivel de trenes, evaluando las limitaciones y oportunidades de mejora. Se busca sentar las bases para el diseño y desarrollo de una aplicación móvil innovadora que pueda marcar un hito en la prevención de accidentes y la seguridad ciudadana.

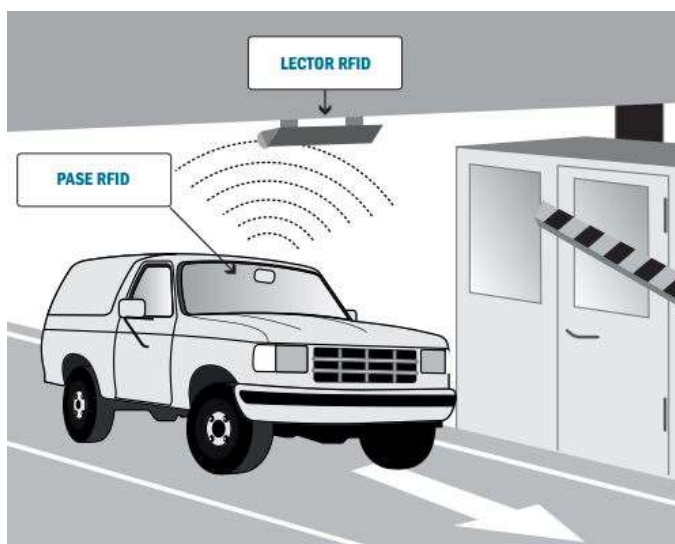
2.2. Principios y funcionamiento de la tecnología RFID

La identificación por radiofrecuencia o tecnología RFID, es una tecnología que permite identificar objetos o personas mediante ondas de radio de manera única y pudiendo captar cientos a la vez. La utilizamos en nuestro día a día más de lo que imaginamos, además de que su uso no deja de aumentar gracias a sus múltiples ventajas. Esta tecnología utiliza las ondas de radio para capturar la información de las etiquetas RFID, con la característica de que no es necesario una línea de visión directa, por lo que solo es imprescindible que la etiqueta RFID este dentro del rango de lectura de la antena RFID (Dipole, s.f.).

Los sistemas de RFID necesitan de 4 elementos para su funcionamiento: Una antena RFID, un lector RFID, una etiqueta RFID y el servidor o host, como se muestra en la Figura 5. El lector RFID que es como el cerebro de todo el sistema, envía la señal a la antena para que emita ondas de radiofrecuencia. Cuando una de estas ondas llega a una etiqueta RFID, la etiqueta se activa y devuelve los datos que contiene en su interior hacia la antena. Estos datos llegan después al lector que los transforma en información para su posterior uso o procesamiento. Un sistema de RFID que utilizamos la mayoría de nosotros quizás sin saber, es el sistema de peaje por telepase (Montenegro, 2007).

Figura 4

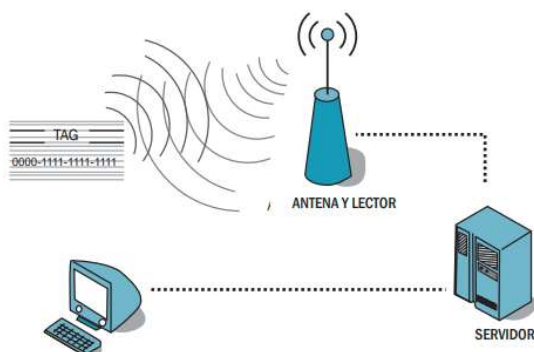
Sistema RFID en telepase



Nota. Tomado de *Sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID)*, por Montenegro, G. A., & Marchesin, A. E, 2007, Argentina: ENACOM.

2.3. Componentes de un sistema de RFID

Los componentes de un sistema RFID son cuatro: Las etiquetas o TAGS, los lectores, las antenas y el servidor. A continuación, se analizan en detalle, cada uno de estos cuatro componentes (Montenegro, 2007).

Figura 5*Componentes de un sistema RFID*

Nota. Componentes de un sistema RFID. Tomado de Sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID), de Montenegro, G. A., & Marchesin, A. E. (2007). Argentina: ENACOM.

2.3.1. Etiquetas o Tags RFID

Las etiquetas o Tags RFID, permiten almacenar y enviar información a un lector a través de ondas de radio. La etiqueta RFID está compuesta por una antena, un transductor radio y un microchip. La antena es la encargada de transmitir la información que identifica a la etiqueta, el transductor es el que convierte la información que transmite la antena y el chip posee una memoria interna para almacenar el número de identificación y en algunos casos datos adicionales. Existen diferentes tipos dependiendo de la fuente de energía que utilicen, la forma física, el mecanismo que utilicen para almacenar datos, la cantidad de datos que pueden almacenar y la frecuencia que utilizan para transmitir la información al lector (Montenegro, 2007).

- **Etiquetas RFID pasivas** Las etiquetas RFID pasivas no requieren una fuente de alimentación interna, ya que la energía necesaria para su funcionamiento proviene del campo electromagnético creado por el lector. Este campo activa el circuito integrado y alimenta el chip, que a su vez transmite una respuesta. La antena de la etiqueta debe estar diseñada para poder obtener la energía necesaria para funcionar. El alcance de este tipo de etiquetas varía dependiendo de factores como la frecuencia de funcionamiento y la antena, pero pueden alcanzar hasta 7 metros. Como se muestra en la Figura 6, al no tener una batería interna, las etiquetas pasivas son las más pequeñas y económicas del mercado (Inteco, 2010).

Figura 6*Tags pasivos de RFID*

Nota. Tomado de *Como elegir un tag pasivo*, por Tech Wristbands, 2020, (<https://www.wristbandhy.com/es/how-to-choose-passive-rfid-tags/>).

- Etiquetas RFID activas** Las etiquetas RFID activas poseen una batería interna que les permite alimentar sus circuitos y transmitir una respuesta al lector, como se muestra en la Figura 7. Esto les confiere una mayor cobertura de difusión, capacidad de almacenamiento y alcance. Además, pueden ser utilizadas en entornos hostiles, como sumergidas en agua o en zonas con mucha presencia de metales. Las etiquetas activas son más fiables y seguras, pero también son más grandes y costosas. El rango de cobertura efectivo puede llegar a ser varios cientos de metros y la vida útil de sus baterías puede ser de hasta 10 años (Inteco, 2010).

Figura 7*Tag activo de RFID*

Nota. Tomado de *Tipos de etiquetas RFID*, por IT Software, 2018, (<https://itsoftware.com.co/content/una-etiqueta-rfid-sirve/>).

- Etiquetas RFID semi-pasivas** Las etiquetas RFID semi-pasivas combinan características de las etiquetas RFID pasivas y activas. Como se muestra en la Figura 8, por un lado, poseen una batería interna que alimenta el chip, lo que les confiere una mayor autonomía y fiabilidad. Por otro lado, también pueden aprovechar la energía del campo electromagnético generado por el lector, para aumentar su alcance y capacidad de comunicación. Las etiquetas semi-pasivas son más grandes y caras que las pasivas, pero más baratas y pequeñas que las activas. Su alcance es superior al de las pasivas, pero inferior al de las activas. Sus capacidades de comunicación son mejores que las pasivas, pero no alcanzan a las activas (Inteco, 2010).

Figura 8*Tag semi-pasivo de RFID*

Nota. Tomado de *Tipos de Tag RFID*, por NextPoints, s,f, (<https://nextpoints.com/tipos-tag-rfid/>).

2.3.2. Frecuencia de trabajo de la tecnología RFID

Las etiquetas RFID se pueden clasificar en función de la frecuencia de operación en: baja frecuencia (LF), alta frecuencia (HF), ultra alta frecuencia (UHF) y microondas, como se muestra en la Tabla 2. La frecuencia de operación determina una serie de características de la etiqueta, como la capacidad de transmisión de datos, la velocidad y tiempo de lectura, el radio de cobertura y su valor (Inteco, 2010).

Tabla 2

Frecuencias utilizadas en la tecnología RFID

Frecuencia	Denominación	Rango
125 kHz - 134 kHz	LF (Baja Frecuencia)	Hasta 45 cm
13,553 MHz - 13,567 MHz	HF (Alta Frecuencia)	De 1 a 3 m
400 MHz - 1000 MHz	UHF (Ultra Alta Frecuencia)	De 3 a 10 m
2,45 GHz - 5,4 GHz	Microondas	Más de 10 m

Nota. Adaptada de *Bandas de frecuencia utilizadas en la tecnología RFID*, por Inteco, 2010, (<https://cef-ugr.org/wp-content/uploads/2017/03/25-Manuel-Pe%C3%B1a-Zafra-guia-seguridad-y-privacidad-de-la-tecnologia.pdf>).

El rango de frecuencia de las etiquetas también determina el tipo de aplicación de las mismas, como se muestra en la Tabla 3. Las etiquetas pasivas suelen utilizar la banda de LF, pero tanto las de banda LF como HF funcionan mediante acoplamiento inductivo, es decir, utilizan el campo magnético generado por la antena del lector para transmitir datos. Las bandas UHF y microondas se utilizan tanto en etiquetas activas como pasivas (Inteco, 2010).

Tabla 3*Aplicaciones RFID según rango de frecuencias*

Rango de Frecuencia	Aplicaciones
LF (Baja Frecuencia)	• Control de accesos • Identificación de animales • Control antirrobo de vehículos
HF (Alta Frecuencia)	• Control de documentación • Pago en medios de transporte • Control de equipaje
UHF (Ultra Alta Frecuencia)	• Trazabilidad de objetos • Control de inventarios • Pago de peajes • Control tráfico vehicular

Nota. Adaptada de *Aplicaciones RFID según rango de frecuencias*, por Cardenas, R et al, 2018,

(https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3511/Cardenas%20Rodriguez%2c%20Melendez%20Mendoza%20y%20Rafaile%20Solano_titulo%20electronico_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

2.3.3. Lectores y antenas RFID

Los lectores RFID son dispositivos que transmiten y reciben ondas de radio para comunicarse con las etiquetas RFID. Son esenciales para cualquier sistema RFID, ya que permiten la lectura de las etiquetas y el intercambio de datos con un sistema. Los lectores RFID se dividen en dos tipos principales, fijos y móviles. Los lectores fijos se instalan en un lugar determinado, como se muestra en la Figura 9, mientras que los lectores móviles son portátiles. Los lectores fijos pueden ser integrados o externos, los integrados tienen una antena incorporada, mientras que los lectores externos requieren una antena adicional. Los lectores RFID fijos suelen tener puertos de antena externos que permiten conectar hasta ocho antenas externas y si se le agrega un multiplexor, se le puede conectar hasta 32 antenas. El número de antenas conectadas a un lector dependerá del área de cobertura que se quiere lograr (Aula 21, s.f.).

Figura 9*Lector RFID de largo alcance (UHF)*

Nota. Tomado de *Tipos de sistemas de lectores RFID*, por Nuo Planet, 2022, (<https://blog.nuoplanet.com/lectores-rfid-de-largo-alcance>).

Tanto los lectores como las etiquetas o Tags RFID, están equipados con al menos una antena, cuya función principal es facilitar la transmisión y recepción de señales entre ambos dispositivos RFID. La elección de la antena apropiada dependerá de los requisitos específicos de cada aplicación, teniendo siempre en cuenta aspectos como la ganancia, la polarización y la impedancia. En lo que respecta a los lectores, la conexión con la antena generalmente se establece mediante un cable coaxial, esto se realiza con el fin de garantizar la protección y la calidad de la transmisión. Por el lado de los Tags, la antena se encuentra impresa en una capa del embutido, lo que implica que las conexiones se realizan internamente en el propio sustrato del circuito (Cardenas et al., 2018).

El número de etiquetas que un lector puede reconocer se encuentra condicionado por la frecuencia de operación y el protocolo de comunicación que se emplea. En la banda de alta frecuencia, suele ser posible identificar hasta 50 etiquetas por segundo, mientras que en la banda de ultra alta frecuencia, este número puede aumentar a 200 etiquetas por segundo. La antena del lector juega un papel fundamental al posibilitar la interacción entre el lector y la etiqueta. Existen diversas formas y tamaños de antenas disponibles, las cuales se seleccionan de acuerdo a la aplicación específica. Estas categorías de antenas incluyen, antenas de puerta, antenas polarizadas circularmente, antenas polarizadas linealmente, antenas omnidireccionales, antenas de varilla, antenas dipolos o multipolos, así como antenas adaptativas (Hernandez, A, R., 2009).

Las antenas de RFID desempeñan un papel esencial en el sistema, al transformar la señal del lector en ondas de radiofrecuencia (RF) que las etiquetas pueden captar. La presencia de este tipo de antena, ya sea integrada en el lector o independiente, resulta fundamental para el envío y la recepción efectiva de señales entre el lector y las etiquetas. A diferencia de los lectores, las antenas son dispositivos simples que reciben directamente la señal del lector, cuando la señal del lector llega a la antena, esta genera un campo de radiofrecuencia y luego emite una señal de radiofrecuencia hacia las etiquetas cercanas. La eficiencia de la antena en la generación de ondas en una dirección específica, se denomina ganancia de la antena, cuanto mayor sea la ganancia mayor será la potencia y el alcance del campo de RF que produce la misma. Las antenas emiten ondas de RFID en un plano horizontal o vertical, lo que se refiere como la polaridad de la antena. Si el campo de RF se ubica en un plano horizontal, se denomina polarización horizontal lineal, y lo mismo se aplica cuando la antena crea un plano vertical (Aula 21, s.f.).

La polaridad de la antena puede tener un impacto considerable en el alcance del sistema de lectura y para optimizar el mismo es necesario que la polaridad de la antena se alinee con la polaridad de la etiqueta RFID. Si no coinciden, por ejemplo, si se utiliza una antena vertical con polarización lineal y una etiqueta con una antena horizontal con polarización lineal, el alcance de lectura disminuirá significativamente. Por otro lado, una antena con polarización circular emite ondas que rotan constantemente entre planos horizontales y verticales, brindando mayor flexibilidad al permitir la lectura de etiquetas RFID en múltiples orientaciones. No obstante, debido a que la energía se divide entre dos planos, el alcance de lectura de una antena con polarización circular, es menor en comparación con una antena lineal de ganancia similar (Aula 21, s.f.).

Figura 10*Antenas RFID*

Nota. Tomado de *Antenas RFID para entornos complicados*, por Comunicaciones Inalámbricas Hoy, 2023, (<https://www.comunicacionesinalambricashoy.com/antenas-rfid-para-entornos-complicados/>).

2.3.4. Middleware RFID

El middleware representa el software esencial que establece la conexión entre el hardware de RFID y los sistemas de información. En una analogía similar a la de una computadora personal, los componentes de hardware de los sistemas RFID carecerían de utilidad sin un software que los habilite para su funcionamiento, esto es precisamente el rol desempeñado por el middleware. Este desempeña diversas funciones, como el enrutamiento de datos entre los lectores, las etiquetas y los sistemas de información, asumiendo la responsabilidad por la calidad y usabilidad de las aplicaciones basadas en RFID. En particular, el middleware de RFID se encarga de la transmisión de datos entre los puntos de origen y destino de la transacción (Hernandez, A, R., 2009).

Funcionalidades principales del Middleware RFID

Recopilación de datos El middleware asume la responsabilidad de recopilar, organizar y filtrar datos provenientes de diversos lectores RFID, en un sistema complejo. La ausencia de middleware provocaría una saturación rápida de los sistemas de información.

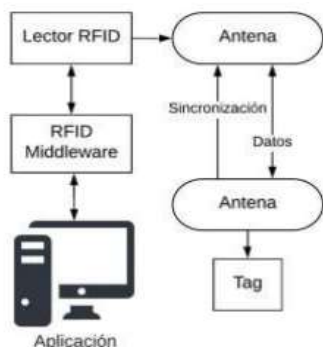
Enrutamiento de datos El middleware simplifica la integración de redes de dispositivos y sistemas RFID en la infraestructura, al dirigir los datos hacia los sistemas apropiados.

Gestión de procesos El middleware se puede emplear para activar eventos según las normativas establecidas en la organización en la que opera, como detección de envíos no autorizados, fluctuaciones en los niveles de inventario y otras acciones relevantes.

Administración de dispositivos El middleware se encarga de supervisar y coordinar los lectores RFID, verificando su estado y funcionamiento, y permite su administración en forma remota.

Figura 11

Estructura RFID convencional



Nota. Tomado de *Estructura RFID convencional*, por Implementación de Middleware RFID, 2019, (<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/3a08c180-596e-4afe-ba5f-0658a3d2b96a/content>).

2.3.5. Sistemas de información

El sistema de información se establece según el principio de maestro-esclavo en su comunicación con el lector. En este contexto, todas las acciones llevadas a cabo por el lector y las etiquetas son iniciadas por la aplicación de software. Cuando la aplicación emite una instrucción al lector, se inicia una interacción con las etiquetas, donde el lector actúa como el maestro y las etiquetas como los esclavos. La función principal de la aplicación de software es administrar y procesar los datos recibidos por el lector. Para lograr esto, el sistema debe ser lo suficientemente resistente para manejar las múltiples lecturas que los sistemas RFID permiten, coordinar los tiempos y flujos de información, gestionar diversos eventos, recibir retroalimentación de los usuarios, aplicar actualizaciones al sistema cuando sea necesario y lograr la integración con otros sistemas de información (Hernández, A, R., 2009).

2.4. Dispositivos móviles

Los dispositivos móviles, conocidos en la actualidad como tabletas y teléfonos inteligentes, se caracterizan por su portabilidad y por ofrecer una amplia gama de funcionalidades, como realizar llamadas telefónicas, navegar por internet, jugar, enviar mensajes, gestionar agendas telefónicas y de reuniones, disfrutar de contenido audiovisual, entre otras muchas funciones que resultan familiares para la mayoría de las personas. Estas

características han hecho que los dispositivos móviles sean muy populares y se hayan convertido en una adquisición habitual en la vida cotidiana de la mayoría de las personas.

En la actualidad, se incluye en la categoría de dispositivos móviles a una amplia gama de dispositivos electrónicos, como teléfonos, tabletas y lectores de RFID. Dada la abundancia de tecnología clasificada como móvil, puede resultar desafiante discernir las características distintivas de estos dispositivos. Las características fundamentales que caracterizan a los dispositivos móviles comprenden su tamaño compacto, la posibilidad de ser transportados cómodamente en el bolsillo, capacidad de procesamiento, conectividad a una red de forma constante o intermitente, disponibilidad de memoria y su asociación típica con el uso individual por parte de una persona, permitiéndoles personalizarlos según sus preferencias. Asimismo, estos dispositivos se destacan por su alta capacidad de interacción a través de pantallas táctiles o teclados. En la mayoría de los casos, se puede definir un dispositivo móvil en función de cuatro atributos distintivos que lo diferencian de otros dispositivos que, a pesar de parecer similares en algunos aspectos, carecen de algunas de las características esenciales de los auténticos dispositivos móviles. Estos cuatro rasgos distintivos son la movilidad, el tamaño compacto, la comunicación inalámbrica y la interacción con las personas (Medium, 2023).

Este proyecto tiene como principal medio de comunicación y utilidad a los dispositivos móviles, ya que son el Core principal para la utilización del servicio que queremos brindar y que la mayoría de los jóvenes y adolescentes poseen uno.

2.5. Tipos de aplicaciones móviles

En la actualidad se observa una diversidad de sistemas operativos en los dispositivos móviles disponibles en el mercado. Como consecuencia de esta variabilidad, nos enfocaremos en explorar tres enfoques específicos para el desarrollo de aplicaciones web, como se muestra en la Figura 12.

2.5.1. Aplicaciones móviles nativas

Las aplicaciones móviles nativas son programas diseñados para funcionar en sistemas operativos móviles específicos, como iOS o Android. Estas aplicaciones se desarrollan utilizando lenguajes de programación y herramientas proporcionadas por el sistema operativo, lo que garantiza un rendimiento óptimo y acceso total al hardware del dispositivo. Entre las

ventajas se incluyen un rendimiento superior, una experiencia de usuario mejorada y acceso a las tiendas de aplicaciones. No obstante, su desarrollo es costoso, requiere conocimientos especializados y está limitado a una plataforma específica. Además, deben someterse a un proceso de revisión antes de estar disponibles para su descarga en las tiendas de aplicaciones. La elección de desarrollar una aplicación nativa depende de los objetivos y recursos disponibles, y debe evaluarse cuidadosamente en función de las necesidades del proyecto (Profile, 2021).

2.5.2. Aplicaciones móviles híbridas

Las aplicaciones móviles híbridas son aplicaciones que se construyen mediante el uso de tecnologías web estándar, como HTML, CSS y JavaScript, y posteriormente se encapsulan en un envoltorio nativo que facilita su ejecución en diversas plataformas móviles, como iOS y Android. Estas aplicaciones ofrecen ventajas notables, como el desarrollo más eficiente y económico, ya que comparten gran parte del código base entre plataformas. Además, permiten una distribución más rápida, ya que se pueden actualizar sin necesidad de pasar por un proceso de revisión de la tienda de aplicaciones. Las aplicaciones móviles híbridas también presentan algunas limitaciones, como un rendimiento potencialmente inferior en comparación con las aplicaciones nativas, debido a la capa adicional de interpretación de código web. Además, pueden tener acceso limitado a algunas funcionalidades del hardware del dispositivo y, en ocasiones, pueden experimentar problemas de compatibilidad entre plataformas (Profile, 2021).

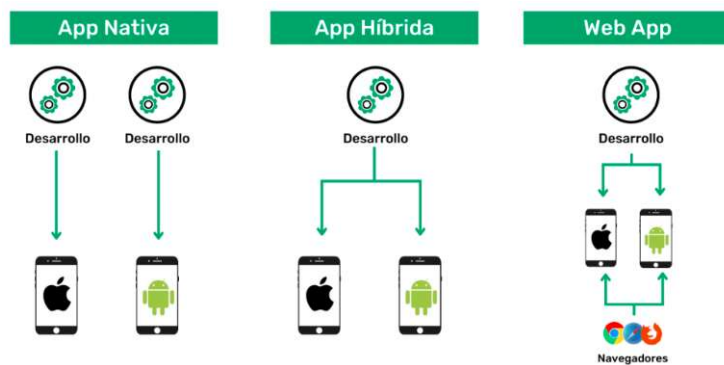
2.5.3. Aplicaciones móviles WEB o progresivas

Las aplicaciones móviles web progresiva, son aplicaciones diseñadas para operar dentro de navegadores web móviles y proporcionar una experiencia de usuario similar al de las aplicaciones móviles nativas. Estas aplicaciones se desarrollan utilizando tecnologías web estándar, como HTML, CSS y JavaScript, y se caracterizan por ofrecer ventajas notables, como la accesibilidad multiplataforma, lo que significa que pueden ejecutarse en una variedad de dispositivos y sistemas operativos sin necesidad de desarrollar versiones separadas. Son fácilmente accesibles a través de una URL y no requieren una instalación formal desde una tienda de aplicaciones, lo que simplifica el proceso de distribución y actualización. Aunque presentan ventajas significativas en términos de accesibilidad y distribución, también tienen algunas limitaciones como el acceso a las funciones del hardware limitado en comparación

con las aplicaciones nativas. El rendimiento puede variar según el navegador y el dispositivo en uso (Profile, 2021).

Figura 12

Tipos de aplicaciones móviles



Nota. Tomado de *Tipos de aplicaciones móviles*, por EMMA.IO, s.f. (<https://emma.io/blog/tipos-aplicaciones-caracteristicas-ejemplos/>).

Tabla 4

Comparativa de los tipos de aplicaciones

Tipos de apps	Nativa	Híbrida	Web
Interfaz	Basada en WEB	Específica de la plataforma	Basada en WEB
Tiempo de desarrollo	Alto	Medio	Bajo
Costo de desarrollo	Alto	Medio	Bajo
Multiplataforma	No	Si	Si
Rendimiento	Alto	Medio	Bajo
Acceso sensores dispositivo	Completo	Alto o Completo	Limitado
Tiendas de aplicaciones	Si	Si	No

Nota. Adaptada de *Tipo de aplicaciones móviles*, por EMMA.IO, s.f. (<https://emma.io/blog/tipos-aplicaciones-caracteristicas-ejemplos/>).

Capítulo III – Estado del Arte

3.1. Introducción

La tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID) se caracteriza como un sistema de auto identificación inalámbrica que facilita la comunicación entre un lector y una etiqueta mediante un canal sin cables. Su principal función es establecer comunicación y tiene la capacidad de almacenar y transmitir información a distancias y velocidades específicas, adaptándose a las necesidades particulares de cada caso (Rodríguez A, 2009).

En comparación con otras tecnologías inalámbricas, RFID se destaca por su versatilidad y complementariedad en diversos campos de aplicación. En los últimos años, ha habido un resurgimiento en la investigación y desarrollo de esta tecnología, especialmente enfocada en su aplicación en sectores como suministros, transporte, seguridad y gestión de inventarios, con un enfoque particular en la automatización de procesos industriales y la administración empresarial. Esto ha resultado en un aumento significativo de la productividad y en una reducción de costos operativos para las empresas (Rodríguez A, 2009).

RFID presenta ventajas notables en comparación con tecnologías similares, como los códigos de barras y la Comunicación de Campo Cercano (NFC). A diferencia de estas alternativas, RFID no requiere una proximidad mínima para funcionar y puede operar sin necesidad de una línea de visión directa. Además, las etiquetas RFID tienen la capacidad de almacenar datos y, en ciertos casos, pueden sobrescribirse, lo que resulta en un proceso de lectura más eficiente y rápido. La tecnología RFID también permite la lectura simultánea de un gran número de etiquetas, lo que la convierte en una opción particularmente efectiva en aplicaciones de alto volumen (Rodríguez A, 2009).

3.2. Modelos existentes de RFID

A continuación, se describen los modelos existentes de tecnología RFID, que demuestran que es una tecnología con un amplio potencial para abordar y resolver la problemática planteada en esta propuesta de intervención.

Identificación de vehículos La tecnología RFID es una herramienta versátil que se puede utilizar para una variedad de propósitos en vehículos. Los tres propósitos más comunes son el control de acceso, la identificación de vehículos y el seguimiento de vehículos.

Control de acceso Las etiquetas RFID se pueden utilizar para controlar el acceso a vehículos de forma similar a las tarjetas de acceso que utilizamos las personas, pero con un alcance superior. Cuando un vehículo se acerca a un lector RFID, el lector puede leer la etiqueta del vehículo y determinar si el vehículo tiene permiso para acceder al área. Este tipo de control de acceso se utiliza a menudo en estacionamientos, edificios y zonas restringidas, ayudando a mejorar la seguridad al evitar que los vehículos no autorizados accedan a áreas restringidas (Xinyetong, 2023).

Identificación de vehículos Las etiquetas RFID se pueden utilizar para identificar vehículos de forma única. Esto puede ser útil para empresas como concesionarios y lavaderos de automóviles, oficinas de alquiler de automóviles y otros servicios que requieren la identificación de vehículos. Cada etiqueta RFID tiene un identificador único que se puede utilizar para identificar un vehículo específico y ayudar a las empresas a realizar un seguimiento de la flota y proporcionar un mejor servicio a sus clientes (Xinyetong, 2023).

Seguimiento de vehículos Las etiquetas RFID se pueden utilizar para rastrear la ubicación de vehículos, sin embargo, este uso no es tan común como los otros dos, ya que la tecnología RFID no es tan precisa como el GPS para el seguimiento de vehículos en tiempo real, pero se puede utilizar para registrar el paso de un vehículo por puntos específicos donde se encuentren instalados los lectores (Xinyetong, 2023).

Cuando se trata de rastrear vehículos con RFID, hay tres tipos de etiquetas principales que se utilizan comúnmente: Etiquetas para parabrisas, Etiquetas para colgar y Etiquetas para matrículas. La elección del tipo de etiqueta RFID adecuado para una aplicación específica depende de una serie de factores como, la distancia a la que se debe leer, la durabilidad y la facilidad de instalación y extracción de la misma (Xinyetong, 2023).

Las etiquetas para parabrisas son la opción más común para el rastreo de vehículos. Se adhieren al parabrisas del vehículo y tienen un rango de lectura de aproximadamente 6 metros. Las etiquetas para parabrisas son una buena opción para aplicaciones que requieren una identificación precisa del vehículo, como la gestión de flotas (Xinyetong, 2023).

Las etiquetas para colgar son una buena opción para aplicaciones que requieren una etiqueta que se pueda quitar fácilmente. Las etiquetas para colgar se cuelgan del espejo retrovisor del vehículo y tienen el mismo rango de lectura que las etiquetas para parabrisas (Xinyetong, 2023).

Las etiquetas para matrículas son la opción más adecuada para aplicaciones que requieren un rango de lectura de más de 6 metros. Se adhieren o instalan en la placa de matrícula del vehículo y tienen un rango de lectura de hasta 15 metros. Son una buena opción para aplicaciones que requieren el seguimiento de vehículos en grandes áreas, como la recopilación de datos de tráfico (Xinyetong, 2023).

Figura 13

Identificación de vehículos con RFID



Nota. Tomado de *Cómo usar RFID para rastrear automóviles*, por Xinyetong, 2023, (<https://www.asiarfid.com/es/how-to-use-rfid-to-tracking-car.html>).

Sistema de peaje sin barreras El nuevo sistema de peaje inteligente, que elimina barreras y cabinas tradicionales, permite que los vehículos pasen sin detenerse. El sistema utiliza tecnología RFID para leer las patentes de los vehículos y determinar su tipo, como se muestra en la Figura 14. Luego, emite el cobro automático a través de Telepase o emite una factura que llega a domicilio. Este sistema tiene varias ventajas sobre el sistema tradicional, entre ellas: reduce las demoras en los peajes, mejora la seguridad, y es más ecológico, ya que reduce la contaminación del aire (Buenos Aires Ciudad, 2019).

El funcionamiento del sistema es el siguiente: Cada portal tiene instalados tres lectores láser, dos cámaras con tecnología LPR y una antena de transmisión. Cuando un vehículo se acerca al portal, el lector láser frontal detecta el vehículo a 12 metros. El láser frontal activa la primera cámara, que fotografía la patente delantera del vehículo. La antena busca el dispositivo de Telepase del vehículo. Los caracteres de la matrícula se identifican y se convierten a texto para su reconocimiento. El láser central realiza el seguimiento del vehículo para distinguirlo de otros cercanos. El láser trasero sigue al vehículo hasta 12 metros. Con la información de los tres láseres, se genera una imagen virtual del vehículo para determinar sus dimensiones y su categoría. La segunda cámara toma una nueva fotografía de la patente trasera. La antena envía los datos a una base de datos central. Los operadores de la base de datos cruzan la información

con el registro de usuarios Telepase y validan el pago. Si el vehículo no tiene Telepase, los operadores cruzan la información con la Dirección Nacional del Registro de Propiedad del Automotor y emiten una factura que será enviada al dueño del vehículo. Argentina se suma a una lista de países que ya cuentan con este sistema, como Chile, Brasil, Estados Unidos, Noruega y Portugal (Buenos Aires Ciudad, 2019).

Figura 14

Sistema de peaje inteligente con RFID



Nota. Tomado de *Sistema de peaje inteligente*, por Buenos Aires Ciudad, 2019, (<https://buenosaires.gob.ar/node/desarrollo-urbano-y-transporte/noticias/paso-paso-como-funciona-el-nuevo-sistema-de-peaje>).

Gestión de bibliotecas La tecnología RFID es una herramienta que permite identificar y rastrear objetos de forma automática. En el contexto de las bibliotecas, la tecnología RFID se utiliza para facilitar la catalogación, organización y gestión de materiales bibliográficos. Permite identificar libros, documentos y otros materiales bibliográficos de manera sencilla y eficiente, como se muestra en la Figura 15. Esto mejora la eficiencia de la catalogación, ya que los materiales pueden ser registrados y organizados de manera más rápida y precisa que con los métodos tradicionales. Además, permite realizar inventarios de forma más rápida y precisa, identificando cada elemento y detectando cualquier error en la ubicación de los materiales. La tecnología RFID también mejora la gestión del préstamo y la devolución de materiales, ya que permiten la automatización de préstamos y devoluciones, posibilitando que los usuarios realicen estas operaciones de manera autónoma. Esto alivia la carga de trabajo del personal de la biblioteca y proporciona un servicio más rápido y accesible para los usuarios. Además de todo lo antes mencionado, permite actualizar el estado de los materiales en tiempo real, lo que optimiza la gestión de la biblioteca y mejora la experiencia del usuario (Dipole, s.f.).

Figura 15*Etiquetas RFID para libros*

Nota. Tomado de *Aplicación y uso de la tecnología RFID*, por Nubilum, 2020, (<https://nubilum.es/blog/aplicacion-uso-tecnologia-rfid-bibliotecas/>).

3.3. Sistemas de seguridad vial sin RFID

En otros ítems de esta propuesta de intervención, se han mencionado diversas aplicaciones y estrategias para mejorar la seguridad vial sin la utilización de tecnología RFID. Estas incluyen campañas de educación vial, implementación de medidas de control de velocidad, señalización adecuada, mejoras en la infraestructura vial y programas de concientización. A nivel tecnológico también existen algunas herramientas implementadas en lo que seguridad vial refiere.

Lectura de patentes La lectura o reconocimiento de patentes, como se muestra en la Figura 16, es una herramienta capaz de identificar vehículos que no cumplan con las exigencias o normativas del país. También a través del análisis de Big Data se podría crear un cinturón en áreas específicas, como el centro de una ciudad, para que solo los automóviles de quienes vivan allí puedan circular en determinados días.

El Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires cuenta con un sistema de detección de vehículos con pedido de captura que utiliza tecnología de última generación. El sistema, conocido como Anillo Digital, identifica un promedio de 3 millones de dominios de vehículos cada día. En 2023, el Gobierno porteño planea incorporar 176 nuevas lectoras de patentes al Anillo Digital, lo que aumentará el número total de dispositivos a 740. Actualmente, el Anillo Digital tiene 564 lectoras de patentes ubicadas en 74 puntos de entrada y salida de la Ciudad, principalmente en la avenida General Paz y los puentes sobre el Riachuelo. Gracias al funcionamiento del Anillo Digital, en 2021 se detuvo a 418 personas, un 132% más que en 2020. Además, desde su puesta en marcha en abril de 2017, se ha registrado una disminución

del 80% en los robos mensuales de autos. Recientemente, el Gobierno porteño incorporó el Sistema de Alerta Temprana, que permite agregar un vehículo robado a la lista de vehículos buscados en tan solo minutos, tras recibir una denuncia en el 911. El Anillo Digital es parte del Plan de Seguridad del Gobierno porteño, que tiene como objetivo alcanzar la meta del 75% del territorio porteño con video vigilancia para 2023 (Buenos Aires Ciudad, 2022).

Figura 16

Lectores de patentes



Nota. Tomado de *Presentaron las lectoras de patentes*, por Buenos Aires Ciudad, 2016, (<https://buenosaires.gob.ar/noticias/presentaron-las-lectoras-de-patentes-que-se-implementaran-en-avenidas-de-la-ciudad>).

Semáforo peatonal de piso Este sistema advierte a los peatones que vayan con la vista baja y funciona como una herramienta más para la autoprotección. Se coloca a nivel del piso y trabaja en sincronía con los semáforos peatonales tradicionales. Como se muestra en la Figura 17, es una barra de luces LED que son fácilmente distinguibles tanto de día como de noche y con un consumo energético muy bajo. El uso abusivo del celular inspiró a generar una innovación como esta, ya que los peatones al estar utilizando constantemente los celulares, no respetan las normas de tránsito y no prestan atención al cruzar (Infobae, 2017).

Figura 17*Semáforo de piso*

Nota. Tomado de *Buenos Aires estrenó un semáforo especial*, por Infobae, 2017, (<https://www.infobae.com/autos/2017/06/23/buenos-aires-estreno-un-semaforo-especial-para-los-peatones-tecnologicos/>).

Dibujos en 3D En Islandia se implementaron técnicas de impresión asfáltica donde por medio de dibujos realizados en 3D, se tiene como objetivo atraer la atención tanto de los peatones como de los conductores, para que se detengan en los cruces peatonales más concurridos, debido a la sensación de vacío y profundidad que causan los dibujos (Infobae, s/f).

División en rutas vehiculares y peatonales En las ciudades más turísticas de Europa se están dividiendo las rutas de peatones y las rutas de vehículos. Movilizados por la contaminación ambiental y con el fin de fomentar medios de movilidad limpios o ecológicos, avanzaron sobre la propuesta de la comunidad de ir cerrando vías de acceso vehicular y convertirlas en vías peatonales. El doble fin de esto es por un lado la contaminación y por el otro la seguridad vial (Turismo Perfil, s/f).

Sistema de multas para peatones El senador nacional de la provincia de San Juan, presentó una iniciativa que, de aprobarse, establecerá sanciones para los peatones que crucen la calzada usando teléfonos móviles o cualquier otro tipo de dispositivo electrónico. “Es muy común ver a los peatones cruzar semáforos en rojo y por ir distraídos tropiezan, se caen y producen accidentes automovilísticos. Cuando uno transita haciendo uso de un dispositivo, se concentra en eso y pierde la noción de lo que sucede a su alrededor, y con esto se pone en riesgo la vida”. “Muchos peatones transgreden las reglas porque saben que solamente los conductores pueden ser multados por infringir las normas de tránsito y que las acciones incorrectas realizadas como peatón no suponen sanción alguna. Sin embargo, una normativa como esta va a prevenir numerosos accidentes que tienen lugar cuando las personas cruzan la calle distraídas y de forma descuidada por estar usando el celular” (Minuto Uno, 2017).

3.4. Ciclo de vida de adopción de tecnologías e innovaciones

Rogers (1962) propuso una teoría de la difusión de innovaciones que clasifica a los usuarios de una tecnología en cinco categorías, como se muestra en la Figura 18, según su tiempo de adopción.

Innovadores Son los primeros en adoptar una nueva tecnología. Son personas con un alto nivel de riesgo y están dispuestas a probar cosas nuevas.

Adoptadores tempranos Son líderes de opinión que influyen en otros a adoptar la tecnología. Son personas con un alto nivel de conocimientos y están interesadas en las últimas tendencias.

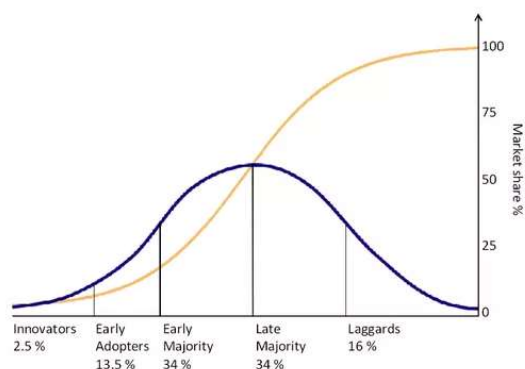
Mayoría temprana Son personas que adoptan la tecnología una vez que se ha probado y ha demostrado ser exitosa.

Mayoría tardía Son personas que adoptan la tecnología más tarde, a menudo después de que la mayoría de la población ya lo haya hecho.

Rezagados Son personas que no adoptan la tecnología, o que lo hacen mucho más tarde que el resto de la población.

Figura 18

Ciclo de adopción de tecnologías



Nota. Tomado de *Ciclo de vida de adopción de tecnologías e innovaciones*, por Big Data, 2018, (<https://www.bigdata-social.com/ciclo-de-vida-de-adopcion-de-tecnologias-e-innovaciones/>).

3.5. Utilización de dispositivos inteligentes en Argentina

En Argentina, el acceso a internet es cada vez más común, tanto en hogares como en espacios públicos. Según el INDEC (2019), el 61% de las viviendas tiene una computadora y el 83% tiene acceso a internet. Además, el 84% de la población tiene un celular, de los cuales el 80% tiene acceso a internet.

Un estudio realizado por We Are Social (2021) confirma estos datos, como se muestra en la Figura 19. La población de Argentina es de 45,5 millones de personas, de las cuales el 92,2% vive en zonas urbanas. Hay 55 millones de conexiones móviles, es decir, 1,2 conexiones por persona. Además, 36 millones de personas tienen acceso a internet, lo que representa un 81% de la población.

Los dispositivos móviles son los más utilizados para acceder a internet, seguidos de las computadoras de escritorio y portátiles. Los usuarios pasan más de 7 horas diarias conectados a internet, lo que representa un total de 106 días al año.

Las compras en línea y la entrega de comida a domicilio son dos de las actividades más populares en internet. El 30% de los usuarios utiliza las funciones de pago en línea, mientras que el 75% ha pagado alguna vez por contenidos digitales. Además, 8 millones de personas han solicitado comida por internet con entrega en domicilio.

Un estudio realizado por Motorola en 2018 reveló que el 50% de los adolescentes argentinos tienen su celular al alcance de su mano durante 12 horas al día. Esto significa que, en promedio, los adolescentes pasan la mitad de su día con el celular en la mano. La portabilidad del celular es uno de los factores que explican su importancia en la vida de los adolescentes. Es un dispositivo que se puede llevar a cualquier lugar, lo que permite a los adolescentes estar conectados con sus amigos, escuchar música, buscar información, jugar y hacer la tarea escolar (Clarín, 2019).

Figura 19*Uso de móviles, internet y redes sociales*

Nota. Tomado de *Estadísticas redes sociales en Argentina*, por Way2Net, 2023, (<https://www.way2net.com/2023/08/estadisticas-de-redes-sociales-en-argentina-2023/>).

3.6. Usabilidad y accesibilidad

La usabilidad es un factor clave en el éxito de cualquier producto o servicio digital. Se refiere a la facilidad con la que los usuarios pueden aprender, usar y disfrutar de un producto o servicio (Arenzana D, 2022).

La usabilidad se compone de tres factores principales

Las necesidades del usuario El producto o servicio debe satisfacer las necesidades y expectativas de los usuarios.

Los objetivos del negocio El producto o servicio debe ayudar a la empresa a alcanzar sus objetivos comerciales.

Las limitaciones técnicas El producto o servicio debe ser factible de desarrollar y mantener.

La accesibilidad es otro factor importante que debe tenerse en cuenta al diseñar productos o servicios digitales. Se refiere a la capacidad de un producto o servicio para ser utilizado por personas con diferentes capacidades. Para que un producto o servicio sea accesible, debe ser, utilizable por personas con discapacidad visual, auditiva o motora, ser utilizable en diferentes idiomas y configuraciones regionales y ser utilizable en diferentes dispositivos y plataformas (Arenzana D, 2022).

Un producto o servicio que no es accesible puede excluir a una parte importante de la población. En el contexto de una aplicación de venta online de productos, la usabilidad se refiere a la facilidad con la que los usuarios pueden encontrar, comprar y usar los productos. Un buen diseño de usabilidad hará que la aplicación sea fácil de usar, incluso para usuarios con poca experiencia. La accesibilidad es también importante en este contexto. Los usuarios con discapacidad visual deben poder navegar por la aplicación y realizar compras sin problemas. En general, la usabilidad y la accesibilidad son dos factores esenciales que deben tenerse en cuenta al diseñar productos o servicios digitales (Arenzana D, 2022).

3.7. Seguridad

La seguridad de las aplicaciones es un factor clave en la era digital, especialmente cuando se almacena información de los clientes. Las bases de datos y sistemas operativos donde se instalan las aplicaciones deben estar protegidos por diversos sistemas de seguridad y procedimientos estrictamente auditados.

Se debe mantener el hardware, sistema operativo y software del servidor de aplicaciones y bases de datos con sus últimas actualizaciones, controlar y aplicar los parches de seguridad a medida que el fabricante los publique, antes de actualizar el servidor de producción, probar la actualización en el servidor de testeo para verificar que no afecte el funcionamiento de la aplicación, los equipos no deben tener acceso directo a internet y se recomienda que estén detrás de un servidor proxy que los proteja de ataques externos e internos, se debe limitar el acceso a los equipos a los administradores y las claves administrativas no deben ser utilizadas para la gestión del día a día, sino que cada persona debe acceder con su usuario nominal, las claves administrativas deben estar guardadas en un sistema seguro que solo sea accesible en caso de emergencia, se debe monitorear en línea el funcionamiento de las bases de datos, procesos de modificación masiva de información, estado de los discos, rendimiento, y cualquier otra información que pueda alertar de un problema, se deben establecer procedimientos con aprobaciones para las altas, bajas y modificaciones de usuarios, permisos, perfiles, aplicaciones, procedimientos de bases de datos, actualizaciones de versiones, entre otras. Todas estas modificaciones deben generar registros de transacciones que deben centralizarse en el servidor de transacciones para poder ser auditados. Además de todo lo antes mencionado, es necesario contar con sistemas de seguridad como antivirus, firewalls, sistemas de detección de instrucciones o accesos indebidos, y cualquier otro sistema que pueda prevenir ataques no deseados. La seguridad es la tercera característica que debe cumplir un

sistema, junto con la usabilidad y la accesibilidad (ISO 25000, s/f).

3.8. Conclusión

Queda claro que la tecnología RFID ha demostrado un potencial excepcional para abordar problemas de seguridad en entornos urbanos y otros campos. La capacidad de comunicación inalámbrica entre dispositivos y la detección de proximidad ofrecen la base técnica para desarrollar sistemas de alerta y notificación que podrían marcar una diferencia significativa en la prevención de accidentes y la protección de los peatones.

Se ha observado que existen diversas aplicaciones que utilizan RFID en contextos relacionados con la seguridad ciudadana y la movilidad. Estas tecnologías han demostrado su eficacia en la creación de experiencias más eficientes y seguras para los usuarios. Sin embargo, su aplicación específica en la notificación de peatones sobre cruces peligrosos y pasos a nivel de trenes aún se encuentra en una etapa no desarrollada.

A pesar de los avances logrados hasta el momento, existen desafíos técnicos y de diseño que deben abordarse. La precisión de la detección, la duración de la batería de los dispositivos móviles, la interoperabilidad con diferentes sistemas y la adaptación a entornos urbanos variables, son algunas de las áreas que requieren una atención especial para lograr la eficacia y la confiabilidad necesaria.

En última instancia, este capítulo ha sentado las bases para la investigación y el desarrollo subsiguientes en el marco de esta tesis. Aprovechando las lecciones aprendidas de investigaciones anteriores y construyendo sobre los cimientos establecidos por la tecnología /RFID, se busca avanzar hacia la creación de una aplicación móvil innovadora que pueda desempeñar un papel fundamental en la seguridad de los peatones.

En los capítulos siguientes, se profundizará en el diseño y desarrollo de la aplicación móvil propuesta, abordando los desafíos identificados y buscando soluciones que permitan llevar esta visión de seguridad vial a la realidad. Se espera que esta propuesta contribuya significativamente a la mejora de la seguridad de los peatones y sirva como ejemplo destacado de cómo la tecnología puede ser aprovechada en beneficio para la sociedad.

Capítulo IV – Propuesta a Implementar

4.1. Detalle de funcionamiento

Para utilizar la solución, el usuario debe seguir estos pasos:

Descargar la aplicación diseñada para el propósito en su dispositivo móvil.

Asociar el código de la etiqueta RFID, que adhiere a la funda o carcasa de su celular, con la aplicación.

Configurar el tipo de alerta deseada (visual, auditiva, sensitiva o todas) y ajustar el control parental según sus preferencias.

Cuando una persona se acerca a un cruce peatonal o paso nivel de trenes equipados con los dispositivos de la solución, el proceso funciona de la siguiente manera:

El lector RFID, a través de una antena, detecta la etiqueta o Tag que se encuentra adherida al celular del usuario.

El lector envía la información de la etiqueta al sistema de procesamiento.

El sistema de procesamiento almacena la información de la etiqueta RFID y, en tiempo real, envía una alerta a la interfaz que gestiona la aplicación móvil, asociando la alerta con el número único de etiqueta leída.

La aplicación móvil se inicia y muestra al usuario una alerta en pantalla al estilo pop-up, con el mensaje "Por favor, prestar atención al cruzar". Además, si el usuario ha configurado alertas auditivas y sensitivas, estas se activarán simultáneamente, proporcionando una advertencia más completa y efectiva.

4.2. Instalación de Lectores RFID en Intersecciones

La implementación de la solución se inicia con la instalación de lectores RFID en intersecciones críticas, como cruces de semáforos muy concurridos y pasos a nivel de trenes. Estos lectores están estratégicamente ubicados para detectar etiquetas RFID en dispositivos móviles. La distribución precisa de los dispositivos RFID se planifica para garantizar una cobertura efectiva en las áreas más críticas, identificando las ubicaciones claves y la instalación optima y segura de los dispositivos.

4.3. Procesamiento y Comunicación de Datos

Una vez que el lector RFID detecta una etiqueta, envía la información al sistema de procesamiento y este se encarga de enviar la información al sistema de almacenamiento de datos, donde se registran las lecturas de las etiquetas RFID, para luego ser procesadas.

Sistemas de Gestión de Bases de Datos (DBMS) Se implementará un sistema de gestión de bases de datos confiable y escalable para almacenar y administrar los datos generados por la tecnología RFID y la aplicación móvil. Este DBMS garantizará la integridad y disponibilidad de los datos, permitiendo un acceso rápido y seguro para la generación de alertas y la toma de decisiones.

Almacenamiento en la Nube Además de los sistemas de gestión de bases de datos locales, se aprovechará el almacenamiento en la nube para respaldar la información crítica. El uso de servicios en la nube permitirá la escalabilidad de la solución y garantizará que los datos estén disponibles en tiempo real desde cualquier ubicación. Se implementarán medidas de cifrado y autenticación para proteger la confidencialidad de los datos almacenados en la nube.

Respaldos Regulares Se establecerá un sólido programa de respaldos regulares para garantizar que los datos estén protegidos y respaldados en caso de fallas técnicas, pérdida de información o situaciones de emergencia. Los respaldos se realizarán con frecuencia y se almacenarán de manera segura en ubicaciones fuera del sitio para garantizar la recuperación de datos en caso de una eventualidad.

Acceso Seguro a Datos El acceso a los datos se controlará y se restringirá a usuarios autorizados. Se implementarán medidas de autenticación y autorización para garantizar que solo personal autorizado pueda acceder y manipular los datos. Esto ayudará a proteger la integridad y la confidencialidad de la información del usuario y garantizará que los datos estén protegidos contra posibles amenazas de seguridad.

Monitoreo de Seguridad Se establecerá un sistema de monitoreo de seguridad constante para detectar cualquier actividad sospechosa o intentos no autorizados de acceso a los datos. El monitoreo permitirá una respuesta inmediata a posibles amenazas y la aplicación de medidas de seguridad adicionales según sea necesario.

Cumplimiento de Normativas de Protección de Datos La solución cumplirá con todas las normativas y regulaciones de protección de datos aplicables, incluyendo el cumplimiento de leyes de privacidad y protección de datos. Se establecerán políticas y procedimientos para garantizar que se cumplan todas las regulaciones pertinentes.

Seguridad y Privacidad del Usuario La seguridad y privacidad de la información del usuario serán una prioridad fundamental. Los datos personales de los usuarios se protegerán mediante medidas de seguridad, como el cifrado de datos en reposo y en tránsito, y el cumplimiento de las mejores prácticas de seguridad de la industria.

4.4. Recursos necesarios

4.4.1. Recursos Humanos

Será necesario para el desarrollo de la solución, contar con un equipo multidisciplinario que se encargará de la implementación, incluyendo ingenieros de software, expertos en RFID, desarrolladores de aplicaciones móviles y personal de soporte técnico. Se designará un líder de proyecto para supervisar todas las actividades.

4.4.2. Equipo y Tecnología

Los recursos necesarios para la solución, incluirán dispositivos lectores RFID de alta calidad, servidores para el procesamiento de datos, y dispositivos móviles para el desarrollo y pruebas de la aplicación. Además, se necesitará un equipo técnico para la instalación física de los lectores en las intersecciones. Un software necesario para el lector RFID, que debe ser capaz de leer la información de las etiquetas y enviarlas al sistema de procesamiento, y el

software para el sistema de procesamiento, que debe ser capaz de almacenar la información de los usuarios y enviar alertas a las aplicaciones móviles. Además, se requerirá un hardware de conexión, como un dispositivo o microcontrolador que se conecte al lector RFID y la antena, y un software de control y procesamiento que se ejecute en el dispositivo de conexión. Se utilizará una base de datos o un servicio de almacenamiento para registrar las lecturas de las etiquetas RFID y se establecerá un mecanismo de comunicación entre el sistema de procesamiento y la aplicación móvil a través de una API.

4.4.3. Acceso a Datos

La infraestructura de datos incluirá sistemas de gestión de bases de datos y almacenamiento en la nube, para garantizar la disponibilidad de datos en tiempo real. La seguridad de los datos será una prioridad, incluyendo medidas para proteger la integridad y la confidencialidad de la información.

4.4.4. Financiamiento

La financiación se obtendrá a través de subvenciones gubernamentales, patrocinadores privados y potencial inversión pública, para cubrir la adquisición de hardware, desarrollo de software, recursos humanos y mantenimiento continuo.

4.5. Diseño de la Solución

4.5.1. Desarrollo de la Aplicación Móvil

La aplicación móvil será una aplicación híbrida para que pueda utilizarse con los distintos sistemas operativos de los teléfonos celulares del mercado y para que los usuarios las puedan instalar en sus dispositivos. Esta aplicación será esencial para recibir alertas cuando se acerquen a intersecciones equipadas con lectores RFID.

Compatibilidad Multiplataforma La aplicación móvil se diseñará como una aplicación híbrida para garantizar que sea compatible con una amplia gama de sistemas operativos de teléfonos celulares en el mercado. Esto incluirá sistemas como Android e iOS, lo que permitirá a los usuarios instalar la aplicación en la mayoría de los dispositivos móviles disponibles. La elección de una aplicación híbrida garantizará que la solución sea accesible para la mayoría de los usuarios sin importar el tipo de dispositivo que utilicen.

Interfaz de Usuario Intuitiva La interfaz de usuario de la aplicación móvil se diseñará de manera intuitiva y fácil de usar. Se prestará especial atención a la experiencia del usuario, asegurando que los usuarios puedan configurar la aplicación de manera sencilla, asociar sus etiquetas RFID y personalizar sus preferencias de alerta. La navegación dentro de la aplicación será clara y sin complicaciones, lo que garantizará que los usuarios puedan acceder a las funciones de manera eficiente.

Asociación de Etiqueta RFID Durante el proceso de instalación de la aplicación, se permitirá a los usuarios asociar la etiqueta RFID única que han adherido a la funda o carcasa de su celular. Este paso es crucial para garantizar que la aplicación móvil pueda identificar a cada usuario de manera precisa cuando se acerquen a una intersección equipada con lectores RFID. La asociación se realizará de manera sencilla y se explicará claramente en el proceso de configuración inicial.

Alertas Personalizadas La aplicación móvil permitirá a los usuarios configurar sus preferencias de alerta. Los usuarios podrán elegir entre alertas visuales, auditivas, sensitivas o una combinación de estas, según sus preferencias personales. La personalización de las alertas garantizará que los usuarios reciban advertencias de la manera que les resulte más efectiva.

Vinculación Segura La aplicación móvil se vinculará de manera segura con los dispositivos lectores RFID instalados en las intersecciones. La vinculación se realizará a través de un código único asociado a la etiqueta RFID de cada usuario. Esto garantizará que las alertas se envíen de manera precisa al dispositivo móvil correcto cuando se detecte la etiqueta RFID en una intersección. La seguridad y privacidad de la información del usuario se considerarán aspectos fundamentales de esta vinculación.

Actualizaciones y Mejoras Continuas La aplicación móvil se desarrollará con la capacidad de recibir actualizaciones periódicas. Esto permitirá la introducción de nuevas características, mejoras de rendimiento y correcciones de errores a lo largo del tiempo. La aplicación se mantendrá actualizada para brindar a los usuarios una experiencia continua y segura.

4.5.2. Vinculación entre Etiqueta RFID y Aplicación

La vinculación entre la etiqueta RFID única del usuario y la aplicación móvil se establecerá durante la instalación. Cada usuario tendrá su etiqueta única asociada a su aplicación para garantizar la precisión de las alertas y la identificación de los usuarios.

4.5.3. Sistema de alertas personalizadas

La aplicación móvil enviará alertas visuales, sonoras o sensitivas a los usuarios cuando se acerquen a una intersección equipada con lectores RFID. Estas alertas se personalizarán según las preferencias del usuario, permitiendo una experiencia de usuario más efectiva.

4.5.4. Control Parental

La aplicación incluirá un sistema de control parental que permitirá a los padres de los adolescentes que van a utilizar el celular o a los familiares de las personas con alguna discapacidad bajo el mismo criterio, poder configurar restricciones para que la aplicación no se pueda desactivar por el usuario final, garantizando una experiencia segura y adecuada a sus necesidades.

4.5.5. Pruebas y Validación

La fase de pruebas y validación se llevará a cabo para confirmar la efectividad y seguridad de la solución. Esto incluirá pruebas en condiciones reales en intersecciones seleccionadas, pruebas de robustez y pruebas de compatibilidad con una variedad de dispositivos móviles y sistemas operativos.

Pruebas en Condiciones Reales Se llevarán a cabo pruebas exhaustivas en condiciones reales en las intersecciones seleccionadas, donde se han instalado los dispositivos lectores RFID y antenas. Durante estas pruebas, se simularán situaciones de tráfico y comportamiento de los peatones para evaluar la efectividad de la solución en entornos reales. Se analizará cómo la solución responde a situaciones de tráfico intenso, condiciones climáticas adversas y otros factores que pueden influir en la seguridad vial.

Pruebas de Robustez Las pruebas de robustez se centrarán en evaluar la resistencia y durabilidad de los dispositivos lectores RFID y las antenas en diversas condiciones. Esto incluirá pruebas de funcionamiento en situaciones extremas, como temperaturas extremadamente altas o bajas, exposición a la humedad y vibraciones. Estas pruebas garantizarán que los dispositivos puedan funcionar de manera confiable a lo largo del tiempo.

Pruebas de Compatibilidad Para asegurarse de que la solución sea accesible para una amplia gama de usuarios, se realizarán pruebas de compatibilidad con diversos dispositivos móviles y sistemas operativos. Esto incluirá la verificación de que la aplicación móvil funcione correctamente en diferentes dispositivos, como teléfonos Android e iOS, y sistemas operativos actuales y futuros.

Pruebas de Seguridad La seguridad es una prioridad fundamental. Se llevarán a cabo pruebas exhaustivas de seguridad para identificar y abordar vulnerabilidades potenciales en la solución. Esto incluirá pruebas de penetración, pruebas de protección de datos y auditorías de seguridad para garantizar que la información del usuario esté protegida de manera efectiva.

Pruebas de Tiempo de Respuesta Se medirá el tiempo de respuesta de la solución desde que el lector RFID detecta una etiqueta hasta que se envía la alerta al dispositivo móvil del usuario. Esto garantizará que las alertas se envíen de manera oportuna para proporcionar advertencias efectivas a los peatones.

Pruebas de Precisión Se evaluará la precisión de la detección de etiquetas RFID y la entrega de alertas. Esto se hará mediante pruebas de proximidad y variación en la ubicación de las etiquetas para asegurarse de que las alertas se activen solo cuando sea necesario y en la ubicación correcta.

Pruebas de Rendimiento del Servidor Se evaluará el rendimiento del servidor utilizado para procesar y gestionar las alertas. Esto garantizará que el sistema pueda manejar la carga de trabajo esperada y proporcionar alertas de manera eficiente en situaciones de tráfico intenso.

Pruebas de Usabilidad Se realizarán pruebas de usabilidad con usuarios reales para evaluar la facilidad de uso de la aplicación móvil y la comprensión de las alertas. Los comentarios de los usuarios se utilizarán para realizar mejoras en la interfaz de usuario y la experiencia general del usuario.

4.5.6. Plan de Mantenimiento y Actualización

El plan de mantenimiento y actualización es un componente crítico para garantizar la continuidad y eficacia de la solución a lo largo del tiempo, por lo tanto, se tuvieron en cuenta las siguientes partes:

Mantenimiento Preventivo El mantenimiento preventivo se realizará de manera regular para garantizar el funcionamiento sin problemas de los dispositivos lectores RFID, antenas y servidores. Esto implica inspecciones periódicas, limpieza, actualizaciones de firmware y reemplazo de componentes desgastados. Además, se llevarán a cabo pruebas de funcionamiento para identificar y resolver problemas antes de que afecten la operatividad del sistema.

Actualizaciones de Software Las actualizaciones periódicas del software serán esenciales para mantener la aplicación móvil y el sistema de procesamiento actualizados y seguros. Estas actualizaciones abordarán problemas de seguridad, errores de software y agregarán nuevas características según sea necesario. El proceso de actualización deberá ser robusto y seguro para garantizar que los usuarios reciban las últimas mejoras de manera efectiva.

Soporte Técnico Se establecerá un sistema de soporte técnico que permita a los usuarios reportar problemas o recibir asistencia en tiempo real. Esto incluirá un equipo de soporte técnico capacitado para abordar consultas y problemas de manera eficiente, brindando a los usuarios la tranquilidad de que sus preocupaciones se resolverán de manera oportuna.

Supervisión Continua Se implementará un sistema de supervisión constante para monitorear el funcionamiento de los dispositivos RFID, la aplicación móvil y el sistema de procesamiento. Esto permitirá detectar problemas en tiempo real y tomar medidas inmediatas para resolverlos antes de que afecten la experiencia del usuario.

Mejoras Funcionales A medida que la tecnología evolucione y las necesidades de los usuarios cambien, se considerarán mejoras funcionales en la solución. Esto puede incluir la introducción de nuevas características, personalización adicional y adaptaciones según la retroalimentación de los usuarios y los avances tecnológicos.

Gestión de la Base de Datos La base de datos que almacena las lecturas de etiquetas RFID requerirá una gestión cuidadosa y regular. Esto incluirá la limpieza de datos obsoletos, la optimización del rendimiento y la implementación de medidas de seguridad adicionales para proteger la integridad de los datos.

Plan de Respaldo de Datos Se establecerá un sólido plan de respaldo de datos para garantizar la seguridad de la información crítica almacenada en el sistema. Los datos se respaldarán de manera regular y se almacenarán en ubicaciones seguras para garantizar su recuperación en caso de problemas técnicos o incidentes inesperados.

4.6. Factores eventuales externos que pudiesen incidir en los resultados

A continuación, se detallan una serie de amenazas que podrían influir en los resultados de este trabajo. Las mismas serán tomadas en cuenta para minimizar los inconvenientes que puedan generar.

- La evolución constante de herramientas de software, que permiten eliminar configuraciones con restricciones y de esa manera poder deshabilitar las alertas.
- Pérdida de interés en las tecnologías.
- Estancamiento en el desarrollo e implementación de la tecnología para la mejora de productos.
- Nuevas regulaciones legales/gubernamentales.

Capítulo V – Conclusión

El presente trabajo representa un esfuerzo significativo para abordar un problema de seguridad vial que plantea un desafío constante en nuestras sociedades modernas. La propuesta de implementar un sistema basado en tecnología RFID y una aplicación móvil para alertar a los peatones en cruces de semáforos y pasos a nivel de trenes, se presenta como una alternativa prometedora que podría transformar significativamente la forma en que abordamos la seguridad en estas áreas críticas.

En este trabajo se presenta una solución para afrontar las cambiantes dinámicas de seguridad, en un entorno urbano en constante evolución. La combinación de dispositivos lectores RFID estratégicamente ubicados, una aplicación móvil intuitiva y personalizable, y alertas visuales, auditivas y sensitivas, brinda a los peatones una capa adicional de protección y concientización. Esto cambia la forma en que las personas interactúan con su entorno y contribuye a la creación de un ambiente más seguro para todos.

Sin embargo, es importante reconocer que, como cualquier proyecto, esta propuesta presenta limitaciones y desafíos. Las limitaciones incluyen cuestiones de implementación, como la necesidad de inversión en infraestructura y la cooperación de las autoridades de tráfico y transporte. Además, se requiere un compromiso continuo de los usuarios para asociar sus etiquetas RFID y utilizar la aplicación de manera efectiva.

En cuanto a los aportes y alcances de este estudio, se destaca la contribución a la seguridad vial y la prevención de accidentes en cruces peatonales y pasos a nivel de trenes, particularmente en lo que respecta a la protección de los adolescentes, que son el grupo más vulnerable. La personalización de las alertas y la facilidad de uso de la aplicación móvil aumentan la probabilidad de que los peatones presten atención y tomen medidas preventivas al cruzar.

Las fortalezas de este trabajo se basan en la aplicación práctica de la tecnología RFID y la movilidad para abordar un problema real y apremiante. La solución propuesta no solo es innovadora, sino que también es escalable y adaptable a diversas ubicaciones y contextos urbanos. Además, se ha priorizado la seguridad de datos y la privacidad del usuario en cada etapa del desarrollo. En cuanto a los resultados y conclusiones, este estudio demuestra que la combinación de la tecnología RFID y una aplicación móvil puede desempeñar un papel significativo en la reducción de accidentes de peatones.

Este trabajo ofrece una solución innovadora que tiene el potencial de marcar un cambio significativo en la forma en que abordamos la seguridad vial. Al superar las limitaciones y desafíos, y aprovechando sus aportes, alcances y fortalezas, la propuesta podría contribuir de manera significativa en la reducción de accidentes y la protección de la vida de los peatones, abriendo un nuevo camino hacia la construcción de ciudades más seguras y entornos más amigables para todos los ciudadanos.

Capítulo VI – Futuras líneas de proyectos

6.1. Integración de tecnologías emergentes en seguridad vial

Esta línea se centra en explorar la integración de tecnologías emergentes, como el Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (ML), con la tecnología RFID en el ámbito de la seguridad vial. Se podrían investigar nuevos enfoques para mejorar la detección de peatones y vehículos, optimizar los sistemas de alerta y desarrollar soluciones más inteligentes y adaptativas.

6.2. Diseño de sistemas de alerta personalizados

Esta línea se enfoca en el diseño y desarrollo de sistemas de alerta personalizados basados en tecnología RFID. Se podrían investigar diferentes estrategias para adaptar las alertas a las necesidades específicas de cada usuario, considerando factores como la edad, discapacidades visuales o auditivas, y patrones de comportamiento. Estos sistemas podrían proporcionar alertas personalizadas que maximicen la efectividad y la atención de los usuarios.

Acrónimos

C

CSS: Hoja de Estilos en Cascada (Cascading Style Sheets)

G

GPS: Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System)

H

HTML: Lenguaje de Marcas de Hipertexto (HyperText Markup Language)

I

IA: Inteligencia artificial

IoT: Internet de las cosas

M

ML: Aprendizaje Automático (Machine Learning)

N

NFC: Comunicación de Campo Cercano (Near Field Communication)

R

RFID: Identificación por Radiofrecuencia (Radio Frequency Identification)

T

LPR: Reconocimiento de Matriculas (License Plate Recognition)

U

URL: Localizador de Recursos Uniforme (Uniform Resource Locator)

Referencias

- Arenzana, D. (25 de Marzo de 2022). Principios de usabilidad WEB de Jacob Nielsen y el diseño UX. <https://es.semrush.com/blog/usabilidad-web-principios-jakob-nielsen/>
- Aula 21. (s.f.). RFID. <https://www.cursosaula21.com/que-es-el-rfid/>
- Buenos Aires Ciudad (31 de Marzo de 2019). Desarrollo Urbano. Reproducido el 25 de Febrero de 2024 de <https://buenosaires.gob.ar/node/desarrollo-urbano-y-transporte/noticias/paso-paso-como-funciona-el-nuevo-sistema-de-peaje>
- Buenos Aires Ciudad (10 de Febrero de 2022). Anillo Digital. Reproducido el 25 de Febrero de 2024 de <https://buenosaires.gob.ar/laciudad/noticias/anillo-digital-la-ciudad-sumara-otras-176-lectoras-de-patentes-para-detectar-autos>
- Cardenas, R et al. (2018). Diseño de un sistema de control de trafico y peaje vehicular en la ciudad de Lima utilizando tecnologia RFID de ultra alta frecuencia. (Tesis de Ingenieria). Universidad Nacional Del Callao, Callao, Peru.
- Clarín (29 de Diciembre de 2019). Adictos al celular. Reproducido el 25 de Febrero de 2024 de https://www.clarin.com/tecnologia/adictos-celular-mitad-adolescentes-argentinos-pasan-12-horas-dia-telefono-mano_0_J8XsHzftS.html
- Dipole. (s.f.). RFID. <https://www.dipolerfid.es/blog-rfid/que-es-rfid>
- Dipole. (s.f.). RFID Bibliotecas. <https://www.dipolerfid.es/rfid-bibliotecas>
- Finkenzeller, K. (2010). RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near FieldCommunication. Alemania: Wiley.
- Hernandez, A, R. (2009). Analisis y descripcion de identificacion por radio frecuencia: Tecnologia, aplicaciones, seguridad y privacidad. (Tesis de Licenciatura). Instituto Politecnico Nacional, Mexico.
- INDEC (2019). Informe técnico sobre el acceso a internet en Argentina.

https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/internet_03_200DA9C5BB1D.pdf

Infobae. (23 de Junio de 2017). Peatones tecnologicos. Reproducido el 27 de Febrero de 2024 de <https://www.infobae.com/autos/2017/06/23/buenos-aires-estreno-un-semaforo-especial-para-los-peatones-tecnologicos/>

Infobae. (26 de Septiembre de 2017). Cruce peatonal en 3D. Reproducido el 27 de Febrero de 2024 de <https://www.infobae.com/autos/2017/09/26/cruce-peatonal-en-3d-la-original-medida-de-islandia-para-prevenir-accidentes-de-transito/>

Inteco. (Mayo de 2010). <https://cef-ugr.org/wp-content/uploads/2017/03/25-Manuel-Pe%C3%B1a-Zafra-guia-seguridad-y-privacidad-de-la-tecnologia.pdf>

ISO 25000. (s.f.) ISO/IEC 25010. <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>

Jose Maria Ciudad Herrera, E. S. (2005). *Estudio, Diseño y Simulacion De Un Sistema De RFID Basado En EPC*. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3552/40883-2.pdf>

Luchemos por la vida. (s.f.). Peatones seguros. <http://www.luchemos.org.ar/es/sabermas/contenidos-por-tema/peatones-seguros-e-informe-caminar-con-seguridad-de-la-oms>

Luchemos por la vida. (s.f.). El telefono celular. <http://luchemos.org.ar/es/investigaciones/el-telefono-celular-un-peligro-en-las-manos-de-conductores-y-peatones>

Medium (27 de Mayo de 2023). Dispositivos móviles. <https://medium.com/@josezambrano85217/dispositivos-m%C3%B3viles-12f4fc3e4d6a>

Minuto Uno. (26 de Septiembre de 2017). Sociedad. Reproducido el 28 de Febrero de 2024 de <https://www.minutouno.com/sociedad/celulares/buscan-sancionar-quienes-crucen-la-calle-usando-el-celular-n3041887>

Montenegro, G. A. (2007). *Enacom*. https://www.enacom.gob.ar/multimedia/bibliotecas/archivos/biblioteca_16395.pdf

Profile (27 de Abril de 2021). Principales tipos de aplicaciones móviles.

<https://emma.io/blog/tipos-aplicaciones-caracteristicas-ejemplos/>

Nuo Planet. (27 de Agosto de 2022). Lector de tarjeta. Nuo

<https://blog.nuoplanet.com/lectores-rfid-de-largo-alcance>

Rogers, E. M. (1962). Diffusion of innovations. New York: Free Press.

Turismo Perfil. (s/f). El transito retrocede y los peatones ganan espacio en Europa.

Reproducido el 29 de Febrero de 2024 de <http://turismo.perfil.com/52097-el-transito-retrocede-y-los-peatones-ganan-espacio-en-europa/>

We Are Social (27 de Enero de 2021). Digital Report 2021. Reproducido el 29 de Febrero de

2024 de <https://wearesocial.com/es/blog/2021/01/digital-report-2021-el-informe-sobre-las-tendencias-digitales-redes-sociales-y-mobile/>

Xinyetong. (18 de Agosto de 2023). Como usar RFID para rastrear automoviles.

<https://www.asiarfid.com/es/how-to-use-rfid-to-tracking-car.html>