**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA DE MECATRÓNICA**

# DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA CONTROL DE ACCESO VEHICULAR DE PARQUEADEROS CON TECNOLOGÍA RFID Y APLICACIÓN MÓVIL

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero en Mecatrónica

AUTORES: Tyron Joseth Gómez Meza
Ronny Agustín Morales Calderón
TUTOR: Ing. Michelle Cárdenas Ibáñez

Guayaquil - Ecuador
2025

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, **Tyron Joseth Gómez Meza** con documento de identificación N° **0956051882** y **Ronny Agustín Morales Calderón** con documento de identificación N° **0930455530**; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo.

Guayaquil, 20 de febrero del año 2025

Atentamente,

Tyron Joseth Gómez Meza
0956051882

Ronny Agustín Morales Calderón
0930455530

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, **Tyron Joseth Gómez Meza** con documento de identificación Nº **0956051882** y **Ronny Agustín Morales Calderón** con documento de identificación Nº **0930455530**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del **Dispositivo Tecnológico: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA CONTROL DE ACCESO VEHICULAR DE PARQUEADEROS CON TECNOLOGÍA RFID Y APLICACIÓN MÓVIL**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Guayaquil, 20 de febrero del año 2025

Atentamente,

Tyron Joseth Gómez Meza
0956051882

Ronny Agustín Morales Calderón
0930455530

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Michelle De Los Ángeles Cárdenas Ibáñez**, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA CONTROL DE ACCESO VEHICULAR DE PARQUEADEROS CON TECNOLOGÍA RFID Y APLICACIÓN MÓVIL**, realizado por **Tyron Joseth Gómez Meza** con documento de identificación N° **0956051882** y por **Ronny Agustín Morales Calderón** con documento de identificación N° **0930455530**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **Dispositivo Tecnológico** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 20 de febrero del año 2025

Atentamente,

Ing. Michelle De Los Ángeles Cárdenas Ibáñez
0926417106

# DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todas aquellas personas que han sido fundamentales en mi vida y que, con su apoyo incondicional, me han permitido alcanzar esta meta. En primer lugar, mis padres, Milton Gómez y Mirella Meza, a quienes agradezco por su amor, paciencia y esfuerzo en mi formación académica. Su dedicación ha sido mi mayor fuente de inspiración y aprendizaje a lo largo de este camino.

Extiendo mi gratitud a mis hermanos, Steve Gómez y Karla Gómez, así como a su esposo y mis sobrinos, quienes han estado presentes con su comprensión, afecto y motivación inquebrantable.

Con especial cariño, quiero dedicar esta tesis a mi esposa, Geraldine López, por su amor, paciencia y apoyo constante. Gracias por ser mi compañera de vida y por la confianza que siempre has depositado en mí.

A todos ustedes, gracias por ser mi motor, mi fortaleza y mi motivación en este proceso.

**Tyron Joseth Gómez Meza**

Este trabajo está dedicado a todas aquellas personas que han sido pilares esenciales en mi vida y cuyo apoyo incondicional me ha permitido alcanzar este importante logro.

En primer lugar, a mis padres, José Morales y Katherine Calderón, cuya entrega, amor y dedicación han sido fundamentales en mi formación. Su guía y enseñanzas han marcado cada paso que he dado en este camino, inculcándome los valores que me han permitido crecer personal y profesionalmente.

También deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mis hermanos, José Morales y Diego Morales, por su constante apoyo, motivación y compañía en cada etapa de este proceso. Su presencia ha sido un refugio en los momentos difíciles y una inspiración en los días más desafiantes.

A todos ustedes, les debo la fuerza y determinación que me han permitido llegar hasta aquí.

**Ronny Agustín Morales Calderón**

# AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, cuya guía, fortaleza y sabiduría han sido fundamentales en cada paso de este camino. Su presencia ha sido mi mayor fuente de inspiración para superar los desafíos y alcanzar este logro.

Extiendo mi gratitud a mis padres, Milton Gómez y Mirella Meza, así como a mis hermanos, por su amor incondicional, paciencia y apoyo constante a lo largo de este proceso. Su confianza en mí ha sido la base sobre la cual he construido cada uno de mis logros.

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana, por brindarme la oportunidad de desarrollar este proyecto, proporcionando los recursos y el entorno adecuado para mi formación académica y profesional.

De igual manera, deseo reconocer a mis compañeros de carrera, quienes, con su colaboración, conocimientos y esfuerzo, contribuyeron significativamente al desarrollo de esta investigación. Su compromiso y disposición han sido clave para alcanzar los objetivos propuestos.

Finalmente, extiendo mi gratitud a todos aquellos que, de una u otra manera, han sido parte de este proceso, aportando su tiempo, apoyo y motivación. Gracias a cada uno de ustedes por hacer posible este logro.

**Tyron Joseth Gómez Meza**

Desde lo más profundo de mi corazón, elevo mi gratitud a Dios, quien con su infinita sabiduría y amor me ha brindado la fortaleza necesaria para superar cada reto y alcanzar esta meta tan anhelada.

A mis padres y hermanos, mi más sincero reconocimiento por su apoyo incondicional. Su paciencia, comprensión y palabras de aliento han sido mi mayor impulso en este proceso. Gracias por estar siempre a mi lado, confiando en mí y en mis capacidades. También deseo agradecer a la Universidad Politécnica Salesiana, por abrirme las puertas al conocimiento y proporcionarme los recursos indispensables para llevar a cabo esta investigación con éxito.

Extiendo mi gratitud a mis compañeros y amigos, quienes con su apoyo, esfuerzo y colaboración contribuyeron significativamente al desarrollo de este proyecto. Sus aportes han sido invaluables en cada etapa del camino.

Finalmente, quiero reconocer a todas aquellas personas que, de alguna manera, formaron parte de este proceso, brindándome su tiempo y dedicación. Sin su ayuda, este logro no habría sido posible.

**Ronny Agustín Morales Calderón**

RESUMEN

En el presente trabajo de titulación se centra en el desarrollo de un prototipo para control de acceso vehicular de parqueaderos que combina tecnología RFID y aplicación móvil. Este proyecto tiene como finalidad la identificación automatizada de vehículos mediante etiquetas RFID, eliminando la necesidad de interacción manual en puntos de acceso. Además, incluye una aplicación móvil que ofrece funcionalidades como registro de usuarios, consulta de accesos y administración remota.

Este proyecto esta orientado a mejorar la seguridad, reducir los tiempos de espera y ofrecer una experiencia más práctica para usuarios y administradores de parqueaderos.

Los resultados iniciales del prototipo demuestran su viabilidad técnica y potencial para ser implementado en entornos reales obteniendo significativamente a la disminución del congestionamiento vehicular en instalaciones de estacionamiento en la entrada entre un 71 % a 80 % y en la salida entre un 72 % a 81,8 %.

**Palabras claves:** tecnología RFID, Arduino Mega, móvil, SQL, acceso vehicular.

ABSTRACT

In this thesis project, the focus is on the development of a prototype for vehicle access control in parking lots, combining RFID technology and a mobile application. This project aims to achieve automated vehicle identification through RFID tags, eliminating the need for manual interaction at access points. Additionally, it includes a mobile application that offers functionalities such as user registration, access log queries, and remote management.

This project is designed to enhance security, reduce waiting times, and provide a more practical experience for both users and parking lot administrators.

The initial results of the prototype demonstrate its technical feasibility and potential for implementation in real-world environments, significantly contributing to the reduction of vehicle congestion at parking facility entrances by 71 % to 80 % and at exits by 72 % to 81,8 %.

**Keywords:** RFID technology, Raspberry Pi, mobile application, SQL, vehicle access.

ÍNDICE


**I. INTRODUCCIÓN** 1

**II. PROBLEMA** 2

**III. JUSTIFICACIÓN** 3

**IV. OBJETIVOS** 4
IV-A. Objetivo General . . . 4
IV-B. Objetivos Específicos . . . 4

**V. FUNDAMENTOS TEÓRICOS** 5
V-A. RFID . . . 5
V-A1. Tipos De Sistemas RFID . . . 5
V-A2. Aplicaciones De Tecnología RFID . . . 6
V-A3. Ventajas y Desventajas De La Tecnología RFID . . . 6
V-B. Software . . . 7
V-B1. SQL . . . 7
V-B2. PhpMyAdmin . . . 7
V-C. Componentes Electrónicos . . . 8
V-C1. Arduino Mega 2560 . . . 8
V-C2. Lector RFID Wiegand . . . 8
V-C3. Controlador Wiegand . . . 9
V-C4. Sensores Ultrasónicos . . . 9
V-C5. Módulo Relé . . . 10
V-C6. Servo Sm-s2309s . . . 11
V-C7. Fuente De Alimentación . . . 11
V-D. Gestión De Accesos Vehiculares . . . 12
V-D1. Aplicaciones Móviles En La Gestión De Accesos Vehiculares . . . 12
V-D2. Desafíos De La Gestión De Tráfico y Acceso Vehicular . . . 13
V-D3. Tecnología RFID En La Gestión De Acceso Vehicular . . . 13
V-D4. Ventajas De Tecnología RFID En La Gestión De Acceso Vehicular . . . 13
V-D5. Sensores De Proximidad Vehicular . . . 13

**VI. MARCO METODOLÓGICO** 15
VI-A. Diagrama De Flujo Del Prototipo . . . 15
VI-B. Diagrama De Flujo De La Programación . . . 17
VI-C. Programación En PhpMyAdmin . . . 18
VI-C1. Programación Del Escritorio . . . 18
VI-C2. Programación De La Base De Datos . . . 20
VI-C3. Programación De La Aplicación Móvil . . . 22
VI-C4. Creación De Una Aplicación Móvil . . . 23
VI-C5. Diseño De Interfaz De Comunicación . . . 26
VI-D. Esquema Funcional Para El Control De Acceso Vehicular De Parqueaderos Con Tecnología RFID . . . 29
VI-E. Implementación Del Prototipo . . . 30
VI-E1. Seleccion de Componentes . . . 30
VI-E2. Esquema Electrónico . . . 30
VI-E3. Tablero Electrónico . . . 32
VI-E4. Conexiones Electrónicas Del Prototipo . . . 33
VI-E5. Construcción Del Prototipo . . . 35

**VII. RESULTADOS** 36
VII-A. Análisis De Tráfico En Horas Pico De Entrada y Salida . . . . . 45
VII-B. Beneficios Del Prototipo Con Tecnología RFID y Base De Datos . . . . . 47
VII-C. Desventajas Del Estancamiento Vehicular . . . . . 47

**VIII. CRONOGRAMA** 48

**IX. PRESUPUESTO** 49

**X. CONCLUSIONES** 50

**XI. RECOMENDACIONES** 51

**XII. ANEXOS** 55
XII-A. Anexo 2 Código de Arduino . . . . . 55
XII-B. Anexo 3 Código de APP . . . . . 57
XII-C. Anexo 4 Código De La Base Datos . . . . . 59

ÍNDICE DE FIGURAS


1. Componentes Básicos De La Tecnología RFID. Fuente: [4] . . . 5
2. SQL. Fuente: [9] . . . 7
3. PhpMyAdmin. Fuente: [11] . . . 7
4. Arduino Mega 2560 Rev3. Fuente: [13] . . . 8
5. Lector RFID Wiegand. Fuente: [15] . . . 8
6. Controlador Wiegand. Fuente: [17] . . . 9
7. Sensor HC-SR04. Fuente: [19] . . . 10
8. Módulo Relé 4 Canales 5V DC. Fuente: [22] . . . 10
9. Servomotor. Fuente: [24] . . . 11
10. Fuente de Alimentación 5V 2A. Fuente: [26] . . . 11
11. Control de Acceso Vehicular. Fuente: [28] . . . 12
12. Aplicaciones Móviles. Fuente: [31] . . . 12
13. Sensor de Proximidad Vehicular. Fuente: [39] . . . 14
14. Diagrama de Flujo para la Creación del Prototipo. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 16
15. Diagrama De Flujo Del Control De Acceso Vehicular. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 17
16. Codificación De La Página En PhpMyAdmin. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 18
17. Codificación De La Interfaz De Gestión Del Parqueadero. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 19
18. Creación De La Base De Datos. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 20
19. Visualización De Registros De Estacionamiento. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 21
20. Creación De La Aplicación Móvil. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 22
21. Página de Inicio. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 23
22. Registro de datos en la app. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 24
23. Base De Datos En La App. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 25
24. Página de Inicio. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 26
25. Prueba De Conexión Con La Controladora. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 27
26. Base De Datos De Usuarios y Bitácora. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 27
27. Sistema Parqueos. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 28
28. Esquema Funcional Del Prototipo De Acceso Vehicular Con Componentes Electrónicos. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 29
29. Esquemático Electrónico Del Prototipo . . . 31
30. Tablero Eléctrico . Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 32
31. Conexiones Internas Del Tablero Eléctrico. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 33
32. Conexión De Los Componentes Electronicos. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 34
33. Diseño Del Avance del Prototipo. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 35
34. Prototipo Finalizado. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 36
35. Procesa Datos De Las Etiquetas RFID. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 37
36. Ingreso De Vehículo A La Entrada. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 38
37. Proceso De Autenticación Mediante La Tarjeta RFID. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 39
38. Registro Exitoso Con El Sistema De Gestión Vehicular. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 39
39. Se Abre La Barrera Para Ingreso De Vehículo. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 40
40. Vehículo En El Espacio Asignado. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 40
41. Salida Del Vehículo. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 41
42. Ingreso Denegado Al Estacionamiento. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 42
43. Nuevo Ingreso Validado. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 42
44. Validación De Las Credenciales Del Nuevo Ingreso. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 43
45. Base De Datos. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 44
46. Estancamiento En La Entrada (5:30 - 6:00 PM). Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 45
47. Estancamiento En La Salida (10:00 - 11:00 PM). Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . 45
48. Porcentaje De Reducción De Tiempo En La Entrada (5:30 - 5:55 PM). Fuente: T. Gómez y R. Morales. 46
49. Porcentaje De Reducción De Tiempo En La Salida (10:00 - 11:00 PM). Fuente: T. Gómez y R. Morales. 47

ÍNDICE DE TABLAS

I. Características De Las Frecuencias Utilizadas En RFID. Fuente: [6]. . . . . 5
II. Aplicaciones De La Tecnología RFID En Diferentes Sectores: [7]. . . . . 6
III. Comparación De Ventajas y Desventajas De RFID. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . . 6
IV. Ventajas De La Tecnología RFID Para Gestión De Estacionamientos. Fuente: [36]. . . . . 13
V. Cronograma De Actividades. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . . 48
VI. Presupuesto. Fuente: T. Gómez y R. Morales. . . . . 49

# I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la gestión de parqueaderos privados se ha vuelto cada vez más compleja debido al creciente número de vehículos y la necesidad de optimizar los espacios disponibles. Los antiguos sistemas de control de acceso, basados en tickets físicos, presentan limitaciones en deficiencias en cuanto a rendimiento y protección de datos.

En este ámbito, la tecnología RFID emerge como una solución vanguardista para automatizar y mejorar los procesos de control vehicular. La RFID permite identificar objetos y personas de forma rápida y precisa, sin requerir contacto físico alguno. Por otro lado, el desarrollo de un prototipo para el control de acceso vehicular en parqueaderos utilizando tecnología RFID y una aplicación móvil representa una solución innovadora y vanguardista para la gestión de acceso vehicular en tiempo real.

Esta tecnología permite automatizar el proceso de identificación y autorización de vehículos, mejorando la seguridad y eficiencia operativa. El sistema funciona mediante etiquetas RFID que se colocan en los vehículos, las cuales son leídas por dispositivos específicos al acercarse a un punto de control. Esto no solo reduce el tiempo de espera, sino que también minimiza la necesidad de intervención humana, lo que resulta en un ahorro de costos y una mejora en la experiencia del usuario.

## II. PROBLEMA

La gestión del tráfico y el control de acceso vehicular en los campus universitarios representa un desafío creciente, producto del constante incremento en el número de estudiantes, personal y visitantes. Este aumento de la demanda genera situaciones que afectan de manera significativa la operatividad diaria y la calidad de vida dentro de los entornos educativos [1].

Uno de los principales desafíos es la congestión vehicular durante las horas pico, lo cual complica la movilidad y genera estrés entre los usuarios debido a los largos tiempos de espera. Lo que ocasiona una distribución desigual y aumenta la frustración de los conductores que no encuentran un lugar adecuado para estacionar [2].

Además, la falta de un control automatizado sobre los vehículos que ingresan al campus presenta riesgos de seguridad, ya que dificulta el monitoreo y la prevención de accesos no autorizados. La ausencia de información en tiempo real sobre la disponibilidad de espacios contribuye a la ineficiencia del sistema, obligando a los conductores a recorrer el área de estacionamiento en busca de un lugar libre, lo que incrementa la congestión y el consumo de tiempo [3].

Otra dificultad relevante es la limitación para recopilar y analizar datos sobre el uso de los estacionamientos, lo cual restringe la capacidad de los administradores para tomar decisiones fundamentadas en relación con mejoras en la infraestructura o ajustes en las políticas de acceso vehicular. La ausencia de estadísticas confiables y actualizadas disminuye la efectividad de las soluciones implementadas y limita la capacidad de respuesta ante situaciones emergentes.

Finalmente, la insatisfacción general de los usuarios del estacionamiento refleja una percepción negativa sobre la calidad de los servicios proporcionados, lo que puede llegar afectar la imagen institucional y disminuye la satisfacción general de la comunidad universitaria.

## III. JUSTIFICACIÓN

La implementación de un sistema automatizado de control y gestión de acceso vehicular basado en tecnología RFID resulta fundamental para atender eficazmente los desafíos actuales en la administración de parqueaderos en universidades, centros empresariales y otros espacios de alta afluencia vehicular. Este tipo de solución tecnológica mejora considerablemente la movilidad, seguridad y eficiencia operativa en estos sitios.

En primer lugar, el uso de la tecnología RFID agiliza el proceso de ingreso y salida de vehículos, disminuyendo significativamente la congestión vehicular en horas pico. Al automatizar la identificación y autorización de acceso, se reducen los tiempos de espera y se optimiza el flujo de tráfico, lo que genera una experiencia más fluida y menos estresante para los usuarios, incluyendo empleados, estudiantes y visitantes.

Además, este sistema incluye una aplicación móvil y una base de datos en tiempo real que permite la gestión eficiente de los espacios de estacionamiento. Los usuarios consultan la disponibilidad de plazas de manera instantánea, lo que permite una asignación equitativa y efectiva de los recursos. Esta accesibilidad a la información reduce la frustración de quienes buscan espacios de estacionamiento y fomenta un uso ordenado y racional de las instalaciones.

En cuanto a la seguridad, el control automatizado y preciso de acceso vehicular facilita el monitoreo y prevención de entradas no autorizadas, proporcionando herramientas efectivas para garantizar la seguridad de la comunidad y la integridad de las instalaciones. La capacidad de registrar y rastrear en detalle los movimientos vehiculares, junto con el almacenamiento seguro de estos datos, permite una respuesta rápida y adecuada ante incidentes de seguridad.

Asimismo, este sistema ofrece capacidades avanzadas para recopilar y analizar datos sobre el uso de los estacionamientos. Esta información es invaluable para tomar decisiones informadas respecto a mejoras en infraestructura y políticas de acceso vehicular. El análisis de patrones de uso y demanda permite planificar y adaptar los recursos de manera proactiva, asegurando una gestión sostenible y eficiente.

Finalmente, al mejorar la calidad del servicio de estacionamiento y resolver los problemas identificados, esta solución eleva la satisfacción de los usuarios y fortalece la imagen de las instituciones que lo implementan. Su éxito posiciona a estas entidades como referentes en el uso de tecnología avanzada para la gestión vehicular, abriendo oportunidades para futuras colaboraciones y desarrollos en este ámbito.

## IV. OBJETIVOS

### *IV-A. Objetivo General*

Desarrollar un prototipo que integre tecnología RFID y una base de datos SQL para la gestion del acceso vehicular a través de una aplicación móvil.

### *IV-B. Objetivos Específicos*

- Implementar un sistema para control de acceso vehicular utilizando tecnología RFID para a los parqueaderos.
- Desarrollar una base de datos SQL que permita la gestión y visualización en tiempo real la información del acceso vehicular en los parqueaderos mediante una aplicación móvil
- Validar el prototipo del sistema para control de acceso vehicular mediante pruebas que evidencien la reducción del congestionamiento vehicular.

## V. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### *V-A. RFID*

Es un sistema que utiliza etiquetas electrónicas para para difundir la identidad de un objeto mediante ondas de radio, permitiendo la identificación inalámbrica de objetos [4].

En comparación con los códigos de barras, la lectura de RFID no depende del contacto visual, lo que la convierte en una herramienta fuerte para una variedad de aplicaciones [5].

Toda solución de RFID se basa en tres elementos fundamentales para su correcto funcionamiento:
(Etiqueta o Tag de RFID, Lector de RFID, Antena)

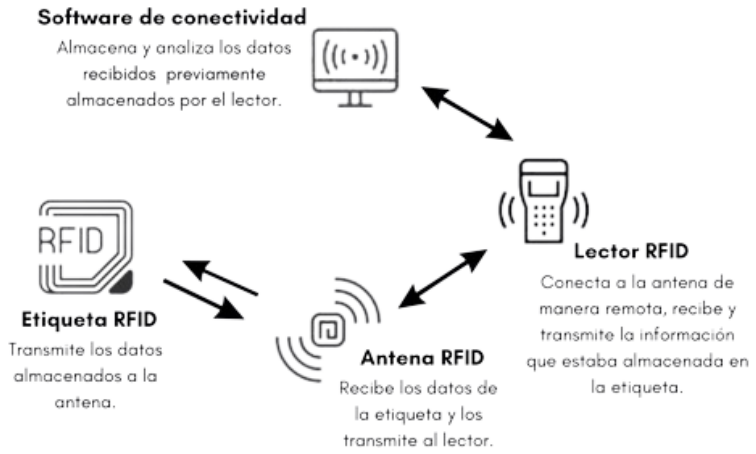



Figura 1. Componentes Básicos De La Tecnología RFID. Fuente: [4]

*V-A1. Tipos De Sistemas RFID:* La tabla I muestra que los sistemas RFID se clasifican principalmente en tres tipos según su frecuencia de operación:

Tabla I
CARACTERÍSTICAS DE LAS FRECUENCIAS UTILIZADAS EN RFID. FUENTE: [6].

| Tipo de frecuencia | Descripción |
|---|---|
| Baja frecuencia | Opera en un rango de 30 kHz a 500 kHz, lo que implica que es necesario estar cerca del objeto para escanear la etiqueta. Su alcance máximo es de 90 cm. |
| Alta frecuencia | Esta categoría abarca frecuencias de 3 MHz a 30 MHz para proporcionar un mejor rango de lectura, alcanzando hasta aproximadamente un metro y medio de distancia. |
| Frecuencia ultra alta | Opera en un amplio intervalo de frecuencia que va de 300 MHz a 960 MHz, lo que permite leer etiquetas a una distancia de 5 a 8 metros. |

*V-A2. Aplicaciones De Tecnología RFID:* La tecnología RFID puede tener múltiples aplicaciones en diversos escenarios. Algunos de las funciones más frecuentes incluyen:

Tabla II
APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA RFID EN DIFERENTES SECTORES: [7].

| **Sector** | **Beneficios principales** |
|---|---|
| Logística y control de inventarios | La tecnología RFID en logística y gestión de almacenes puede rastrear todos los productos. que entran y salen del almacén. También se puede realizar un seguimiento de las devoluciones y todo quedará completamente documentado. Los sistemas RFID reducen la tasa de error de dichos sistemas a casi el 0 %. Todos los datos estarán disponibles al instante, optimizando los procesos. |
| Industria de producción Alimentaria | Este sector permite controlar las fechas de envasado y caducidad, aspectos que son fundamentales para mantener a las personas seguras. También se pueden registrar los números de lote de los productos, lo que permite conocer todos los detalles relacionados con su fabricación, distribución y venta, asegurando que todos los productos sean completamente rastreables. |
| Hospitales | En el ámbito hospitalario, la tecnología RFID en los hospitales facilita un control eficiente de diversos insumos médicos y análisis realizados a los pacientes. Al ingresar al hospital, cada paciente que ingresa al hospital puede disponer de una etiqueta RFID a través de la cual se puede consultar el historial en cualquier momento. Todas las pruebas estarán vinculadas al mismo número, lo que evitará caos con otros pacientes. |
| Tarjetas de crédito | La tecnología RFID en las tarjetas de crédito, ayuda a proteger la información de la tarjeta. Esto dificulta que la mayoría de los ladrones retiren su dinero o podrá rastrear dónde fue su dinero gracias a la seguridad de la tarjeta. |
| Bibliotecas | Las bibliotecas necesitan controles exhaustivos para vigilar los productos de la biblioteca, como los productos que los usuarios portan consigo. Para ello, puedes asignar un código a cada artículo para saber cuándo devolverlos. Incluso puede conocer las tendencias de los consumidores a lo largo del tiempo. |
| Ganadería | En la industria ganadera, esta tecnología se puede utilizar para determinar el estado de salud de todos los animales. A través de ella, se puede conocer toda la información sobre el animal, como vacunas, peso, alimentación. y tiempo de sacrificio. Si algo llega a salir mal algún animal, el problema se puede solucionar lo más rápido posible con este tipo de identificación. |
| Control de accesos | Esto le permite controlar cuántas personas ingresan y evita personas con acceso falso. |
| Tiendas | La tecnología RFID se utilizó originalmente en las tiendas de moda. Está diseñado para reconocer y rastrear de manera segura los productos que se fabrican, distribuyen o venden. Esta tecnología puede ser muy útil en todo tipo de negocios, especialmente porque autoriza una identificación muy eficiente y de alta calidad. |

*V-A3. Ventajas y Desventajas De La Tecnología RFID:* En la siguiente Tabla III se puede visualizar las ventajas y desventajas del sistema RFID.

Tabla III
COMPARACIÓN DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE RFID. FUENTE: T. GÓMEZ Y R. MORALES.

| **Ventajas** | **Desventajas** |
|---|---|
| Automatización y eficiencia en la gestión de datos | Gasto de implementación y mantenimiento |
| Fácil y dinámica lectura de múltiples tags | Interferencias y limitaciones técnicas |
| Durabilidad y fiabilidad | Consideraciones de privacidad y seguridad |
| Almacenamiento seguro y capacidad optimizada | Falta de estandarización global |

## *V-B. Software*

*V-B1. SQL:* El lenguaje de consulta estructurado, conocido como SQL, es un lenguaje de programación estandarizado que destaca en la gestión de relaciones entre datos. Su versatilidad lo convierte en una herramienta fundamental en la tecnología actual, utilizada para administrar soluciones de almacenamiento y procesamiento tanto en aplicaciones front-end como back-end.

SQL se aplica en diversos campos, desde la gestión de inventarios en el comercio electrónico hasta el procesamiento de transacciones en línea, facilitando la organización y el análisis de grandes volúmenes de datos en el sector de la salud [8].

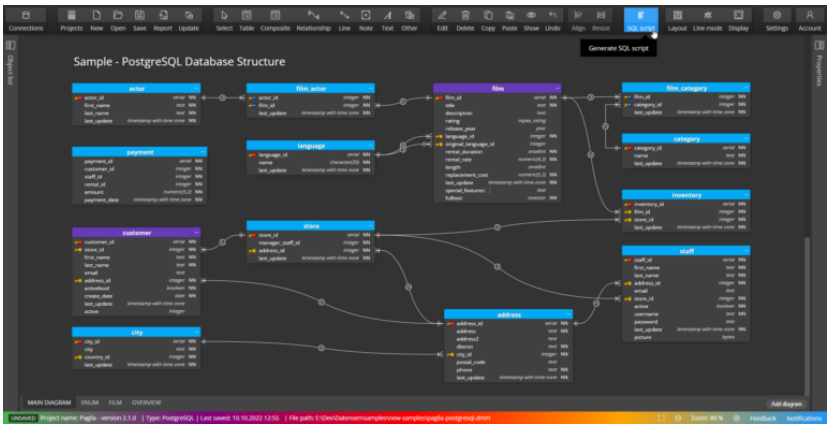



Figura 2. SQL. Fuente: [9]

*V-B2. PhpMyAdmin:* Es un software libre creado para facilitar las tareas de administración y gestión de bases de datos MySQL, utilizando una interfaz gráfica que facilita la interacción con el usuario [10].

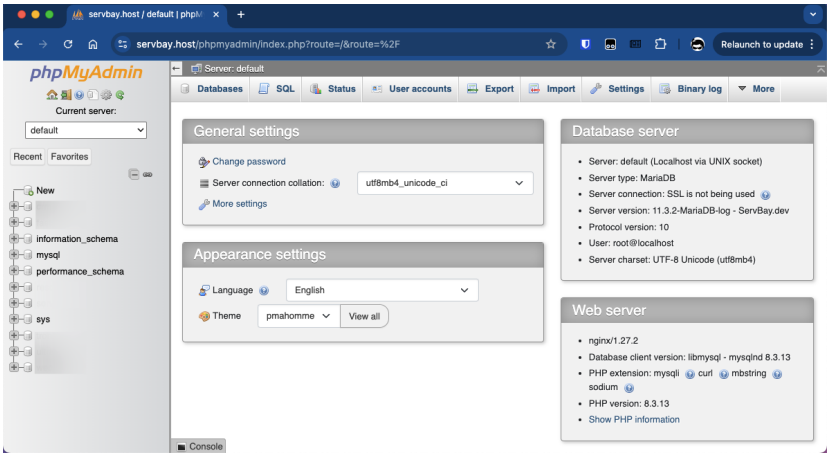



Figura 3. PhpMyAdmin. Fuente: [11]

### *V-C. Componentes Electrónicos*

*V-C1. Arduino Mega 2560:* Se trata de un sistema embebido que utiliza un microcontrolador ATmega2560, ideal para proyectos que necesitan una gran variedad de entradas y salidas. Cuenta con 54 pines digitales de entrada/salida (15 de ellos compatibles con PWM), 16 entradas analógicas y una memoria flash de 256 KB, el Mega 2560 ofrece un rendimiento y capacidad de expansión superiores a otros modelos de Arduino [12].

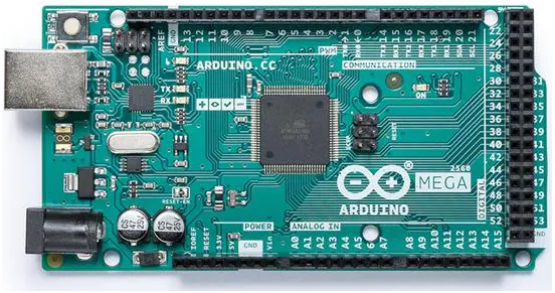



Figura 4. Arduino Mega 2560 Rev3. Fuente: [13]

*V-C2. Lector RFID Wiegand:* Son dispositivos de lectura que operan bajo el protocolo Wiegand, utilizado comúnmente para aplicaciones de control de acceso.

Estos lectores se utilizan para captar señales de etiquetas o tarjetas RFID, las cuales emiten información que el lector recibe y transmite a un sistema de control. Son ampliamente utilizados por su facilidad de integración, alta confiabilidad y capacidad para funcionar en entornos de control de acceso, como estacionamientos y sistemas de seguridad [14].

Figura 5. Lector RFID Wiegand. Fuente: [15]

*V-C3. Controlador Wiegand:* Es un dispositivo que gestiona la comunicación entre un lector RFID y un sistema de control centralizado. Este controlador recibe las señales de datos del lector, las interpreta y las envía al sistema de gestión de acceso para tomar decisiones, como la autorización o denegación de entrada.

Su rol en un sistema de control de acceso es clave para garantizar una comunicación eficiente entre los componentes de hardware, autorizando la toma de decisiones en tiempo real [16].

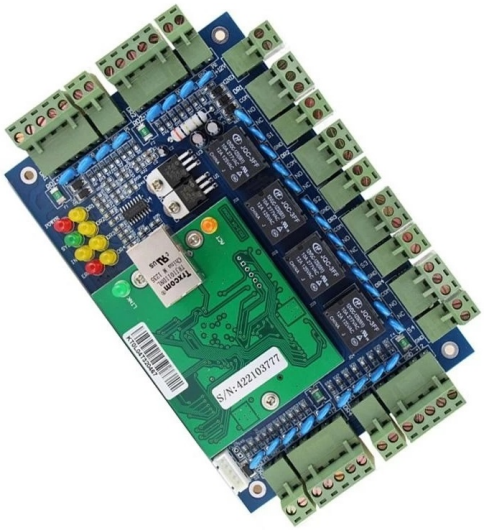



Figura 6. Controlador Wiegand. Fuente: [17]

*V-C4. Sensores Ultrasónicos:* Son dispositivos que funcionan emitiendo una señal ultrasónica que rebotan en un objeto, permitiendo determinar la separación entre el sensor y dicho objeto, permitiendo calcular la distancia con base en el tiempo que demora la onda en hacer el recorrido de ida y vuelta.

Los sensores ultrasónicos son comúnmente utilizados en sistemas de medición de distancia y en aplicaciones como la localización de obstáculos y el cálculo de la disponibilidad de espacios en estacionamientos, facilitando el monitoreo en tiempo real [18]. Algunos de los sensores ultrasónicos más utilizados incluyen el HC-SR04, SRF05, JSN-SR04T, US-100, MB1240 y PING.

**Sensor Ultrasónico HC-SR04**

Es un dispositivo de medición por ultrasonidos compacto y eficiente. Diseñado para detectar objetos dentro de un rango de 2 a 450 centímetros, este sensor emplea ondas sonoras de alta frecuencia para calcular distancias con precisión.

Su funcionamiento es sencillo: emite un pulso ultrasónico y mide el tiempo que tarda este en regresar después de rebotar en un objeto. Gracias a su bajo consumo, alta precisión y bajo costo, el HC-SR04 se ha convertido en una alternativa popular a los sensores de distancia tradicionales, especialmente en aplicaciones robóticas [18].

Figura 7. Sensor HC-SR04. Fuente: [19]

*V-C5. Módulo Relé:* Es un interruptor controlado eléctricamente que permite activar o desactivar dispositivos de mayor voltaje o corriente utilizando una señal de baja potencia. Es esencial en sistemas que requieren controlar dispositivos como puertas automáticas, barreras de acceso y otros mecanismos dentro de sistemas de gestión de tráfico o control de acceso vehicular.

El relé permite aislar los circuitos de baja potencia, como los controlados por microcontroladores, de los circuitos de potencia, mejorando la seguridad y la fiabilidad del sistema [20].

Los módulos relé se clasifican en dos principales tipos: electromagnéticos y de estado sólido, cada uno con características particulares que los hacen adecuados para diferentes aplicaciones.

Los modelos electromagnéticos funcionan mediante un sistema de bobinas que, al activarse, generan un campo magnético capaz de accionar un interruptor mecánico. Son ampliamente utilizados en circuitos donde se requiere aislamiento entre la señal de control y la carga, ofreciendo una solución confiable en diversas aplicaciones eléctricas y electrónicas. Estos módulos están disponibles en versiones de uno, dos, cuatro y ocho canales, compatibles con tensiones de 5V o 12V en corriente continua.

Por otro lado, los módulos de estado sólido emplean semiconductores en lugar de componentes mecánicos, lo que les permite operar de manera más rápida y silenciosa, además de reducir el desgaste por fricción. Este tipo de relé es ideal para aplicaciones en las que se requiere una alta frecuencia de conmutación y una mayor durabilidad. Al igual que los electromagnéticos, se encuentran en configuraciones de uno, dos, cuatro y ocho canales, funcionando con 5V o 12V en corriente continua, lo que los hace versátiles y eficientes para múltiples usos.

**Módulo Relé De 4 Canales 5V DC**

El módulo está equipado con 4 relés de alta calidad, diseñados para controlar cargas de hasta 2250V/10A.

Cada canal cuenta con un sistema de aislamiento eléctrico mediante un optoacoplador, lo que garantiza una mayor seguridad. Además, incluye un indicador LED que permite visualizar fácilmente el estado de cada relé [21].

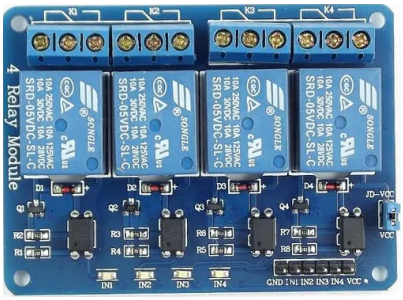



Figura 8. Módulo Relé 4 Canales 5V DC. Fuente: [22]

*V-C6. Servo Sm-s2309s:* Es un motor de precisión diseñado para proporcionar movimiento rotacional controlado con alta precisión. Este servo tiene un par motor de 3.5 kg·cm y es utilizado para tareas que requieren control de posición en aplicaciones como automatización de mecanismos, puertas y barreras de acceso.

En proyectos de control de acceso vehicular, el servo puede ser utilizado para mover componentes de un sistema automatizado, como puertas o barreras, de acuerdo con la autorización del sistema de control [23].

Figura 9. Servomotor. Fuente: [24]

*V-C7. Fuente De Alimentación:* Es un componente esencial para proporcionar la energía necesaria a los dispositivos electrónicos dentro de un sistema. En proyectos que involucran placas de desarrollo como el Arduino, lectores RFID, sensores y otros componentes, es crucial contar con una fuente que entregue un voltaje y corriente adecuados para cada componente, asegurando su funcionamiento estable y seguro.

Las fuentes de alimentación deben ser seleccionadas con base en las especificaciones técnicas de los dispositivos a alimentar, para evitar sobrecargas o insuficiencia de energía [25].

Figura 10. Fuente de Alimentación 5V 2A. Fuente: [26]

### *V-D. Gestión De Accesos Vehiculares*

La gestión en tiempo real de datos resulta fundamental para un sistema de parqueo eficiente, empleando bases de datos SQL junto con tecnologías como RFID para garantizar la actualización continua y la disponibilidad precisa de información sobre espacios y vehículos [27]. Este enfoque facilita a los usuarios accedan fácilmente a la información de disponibilidad en directo, optimizando la experiencia del conductor y reduciendo la congestión, especialmente en zonas urbanas donde la demanda es elevada.

El empleo de bases de datos SQL facilita el análisis de los patrones de uso en los parqueaderos, lo que contribuye a optimizar recursos y a respaldar una toma de decisiones más eficiente a nivel organizacional [27].

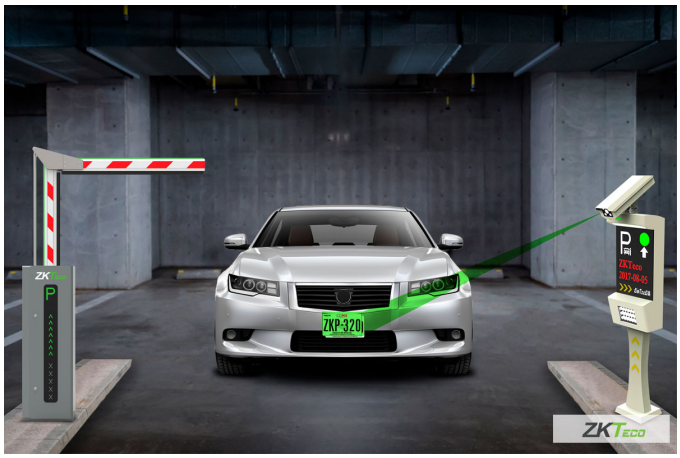



Figura 11. Control de Acceso Vehicular. Fuente: [28]

*V-D1. Aplicaciones Móviles En La Gestión De Accesos Vehiculares:* Las aplicaciones móviles han revolucionado la administración de parqueaderos al permitir a los conductores verificar la disponibilidad en tiempo real, recibir alertas y realizar reservas. Estas soluciones no solo optimizan la utilización de los espacios, sino que también agilizan la búsqueda de estacionamiento y elevan significativamente la experiencia del usuario [29].

La adopción de aplicaciones móviles mejora la eficiencia operativa al permitir la recopilación de datos en directo, lo que permite tomar decisiones garantizando un flujo de información continuo mediante tecnologías como RFID y bases de datos SQL [30].

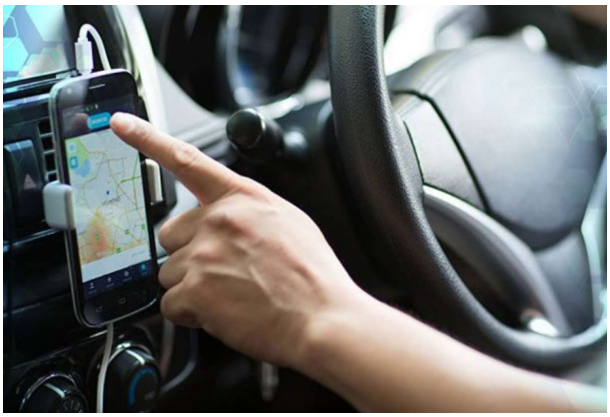


Figura 12. Aplicaciones Móviles. Fuente: [31]

*V-D2. Desafíos De La Gestión De Tráfico y Acceso Vehicular:* La gestión del tráfico en las zonas urbanas, especialmente en los distritos universitarios, se enfrenta a grandes retos debido al incremento del número de vehículos y a la alta demanda de aparcamiento en las horas punta. En Ecuador, el uso de la tecnología RFID y sensores de proximidad ha comenzado a abordar estos problemas de manera efectiva. Estas tecnologías no sólo mejoran la eficacia del control de acceso, sino que también colaboran a mejorar el uso de los recursos y asegurar una distribución justa y eficiente del espacio disponible [32].

A pesar de los avances, la implementación de estos sistemas enfrenta desafíos, como la necesidad de infraestructura adecuada y la capacitación del personal. Sin embargo, a medida que se superan estas barreras, las soluciones tecnológicas comienzan a ser cada vez más comunes en diversas instituciones y áreas urbanas, especialmente aquellas con un flujo vehicular alto como universidades y centros comerciales en Ecuador [33].

*V-D3. Tecnología RFID En La Gestión De Acceso Vehicular:* Se encarga de optimizar la gestión de accesos vehiculares mediante etiquetas que permiten una identificación rápida y sin contacto. Su implementación en parqueaderos, especialmente en universidades y complejos comerciales en Ecuador, reduce tiempos de espera, optimiza el uso del espacio y mejora la experiencia del usuario en diferentes entornos de alta densidad vehicular [34].

La tecnología RFID no solo facilita la identificación eficiente de vehículos, sino que también refuerza la seguridad al permitir el registro y monitoreo de estos. Además, previene accesos no autorizados y proporciona un control preciso de los movimientos vehiculares, lo cual resulta crucial en zonas de acceso restringido [35].

*V-D4. Ventajas De Tecnología RFID En La Gestión De Acceso Vehicular:* La incorporación de tecnología RFID en los sistemas de control de acceso para vehículos ofrece numerosos beneficios.

Tabla IV
VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA RFID PARA GESTIÓN DE ESTACIONAMIENTOS. FUENTE: [36].

| **Beneficio** | **Descripción** |
|---|---|
| Mayor seguridad | La posibilidad de gestionar quién ingresa y sale, aumenta la protección frente a accesos no autorizados. |
| Agilidad en los accesos | Se incrementa la protección frente al acceso no autorizado. |
| Ahorro de costos operativos | Reduce la necesidad de que el personal verifique las credenciales de acceso. |
| Registro de datos | Ayuda a recopilar información detallada sobre el uso de un espacio o instalación de estacionamiento. |

*V-D5. Sensores De Proximidad Vehicular:* La integración de sensores de proximidad con la tecnología RFID mejora significativamente la administración de parqueaderos, al proporcionar información actualizada sobre la disponibilidad de espacios. Este enfoque es altamente efectivo para optimizar el uso de los estacionamientos y mitigar la congestión en ciudades ecuatorianas con una alta necesidad de estos servicios [37].

Los sensores de proximidad desempeñan juegan un rol fundamental en la automatización del proceso de acceso vehicular. Al integrarse con los sistemas de RFID, permiten una sincronización perfecta entre la detección de vehículos y el control de acceso, asegurando que los conductores puedan acceder a los espacios vacíos de manera eficiente y sin interrupciones [38].

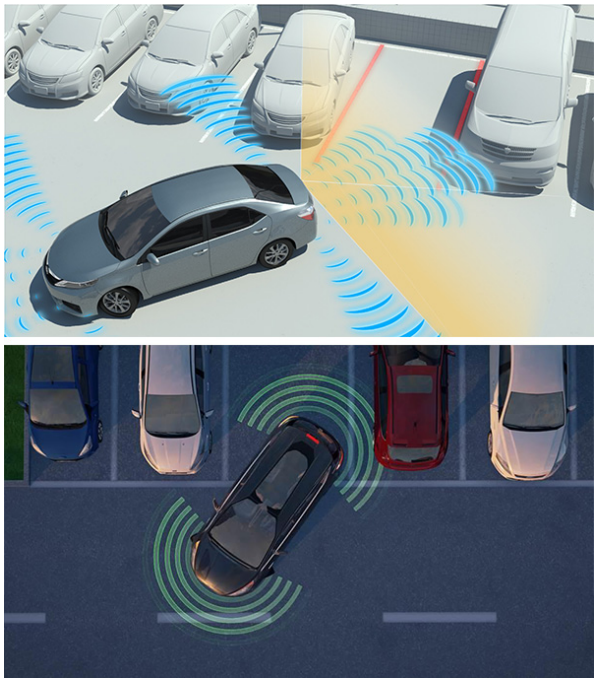


Figura 13. Sensor de Proximidad Vehicular. Fuente: [39]

# VI. MARCO METODOLÓGICO

El trabajo presentado aborda el desarrollo de un prototipo para el control de acceso vehicular en parqueaderos privados, utilizando tecnología RFID y una aplicación móvil. El sistema tiene como objetivo optimizar la gestión del acceso vehicular, mejorar la seguridad de las instalaciones y proporcionar a los usuarios una solución eficiente para consultar en tiempo real la disponibilidad de espacios. La propuesta combina hardware y software, destacando la automatización y el uso de bases de datos para garantizar un funcionamiento preciso y confiable.

El desarrollo del prototipo para el control de acceso vehicular en parqueaderos con tecnología RFID y aplicación móvil incorpora diversos componentes para garantizar un desempeño eficiente. El sistema incluye sensores ultrasónicos para detectar la disponibilidad de espacios en el parqueadero y diodos LED que funcionan como indicadores visuales. Además, los servomotores controlan el movimiento de las barreras de acceso, mientras que los lectores RFID identifican a los usuarios a través de sus credenciales.

Todos estos dispositivos están conectados al microcontrolador Arduino Mega, que centraliza el procesamiento de datos y coordina las operaciones. La información tomada por los lectores RFID es procesada por una microcontroladora especializada, la cual gestiona el control de acceso y salida de los vehículos. De manera simultánea, los datos recopilados, como los registros de entradas, salidas y disponibilidad de espacios, se envían en tiempo real a una base de datos, permitiendo su consulta inmediata a través de la aplicación móvil. Este diseño garantiza un sistema automatizado, visualmente intuitivo, eficiente y seguro para la gestión vehicular en parqueaderos.

## *VI-A. Diagrama De Flujo Del Prototipo*

Como se ve en la figura 14, el desarrollo del prototipo se basa en un enfoque integral que abarca tanto el diseño de hardware como de software. En cuanto al hardware, el proceso incluye el diseño de esquemas eléctricos, la selección de componentes adecuados, culminando con la instalación completa del sistema. Por otro lado, la elaboración de software comienza con la definición de la arquitectura, que establece una visión estructurada del funcionamiento del proyecto. Posteriormente, se desarrolla una base de datos para registrar la información capturada por los sensores de proximidad. Una vez configurada la base de datos, se diseña una aplicación móvil con una interfaz que muestra la disponibilidad de los espacios de estacionamiento. Además, se implementa una interfaz de comunicación entre la base de datos SQL y la app móvil.

Finalmente, se realiza pruebas exhaustivas de hardware y software para validar su adecuado funcionamiento y en caso de detectar inconvenientes, se ajusta y perfecciona el diseño inicial.

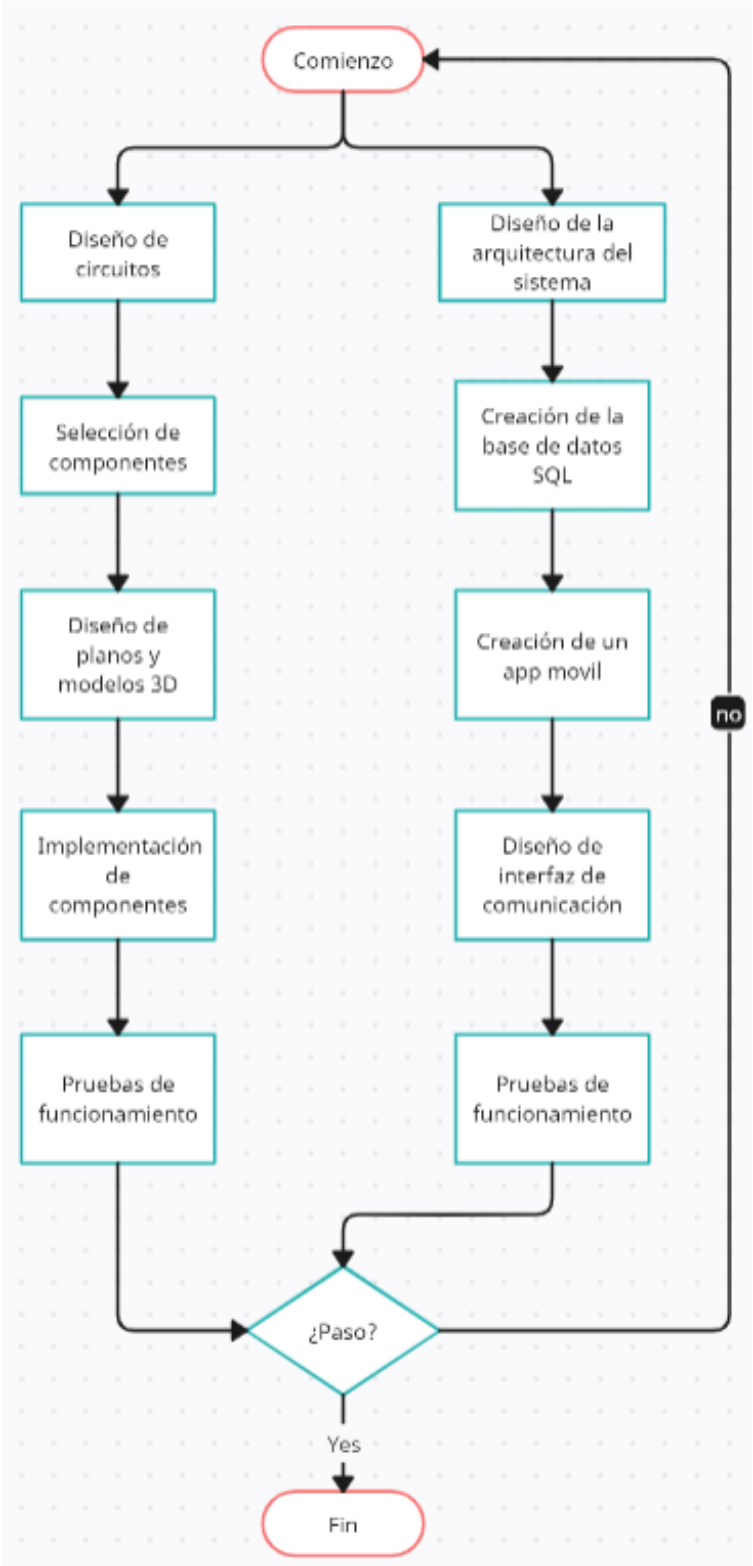



Figura 14. Diagrama de Flujo para la Creación del Prototipo. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

### *VI-B. Diagrama De Flujo De La Programación*

El diagrama de programación detalla el flujo de validación y control del acceso vehicular, estableciendo la secuencia de interacción entre los distintos dispositivos del sistema.

El proceso comienza cuando un vehículo se acerca al punto de control, donde la controladora analiza la autenticidad del registro mediante la lectura de la tarjeta RFID. Si la información es válida, la controladora genera una señal que es enviada al Arduino, el cual se encarga de evaluar la disponibilidad de espacios en el estacionamiento mediante sensores ultrasónicos.

Estos dispositivos detectan la ocupación de cada puesto y transmiten la información de forma simultánea. En caso de que existan espacios libres, el Arduino activa un relé que permite la apertura de la barrera, autorizando el acceso. Si el estacionamiento se encuentra completamente ocupado, la barrera permanece cerrada y el ingreso es denegado. Además, todos los registros de acceso, junto con el estado de ocupación del parqueadero, son guardados en una base de datos, integrándose a un sistema de monitoreo en tiempo real sustentado en tecnología IoT.

Este sistema facilita la consulta de información a través de una aplicación móvil o plataforma digital, permitiendo una gestión eficiente y optimizada del estacionamiento.

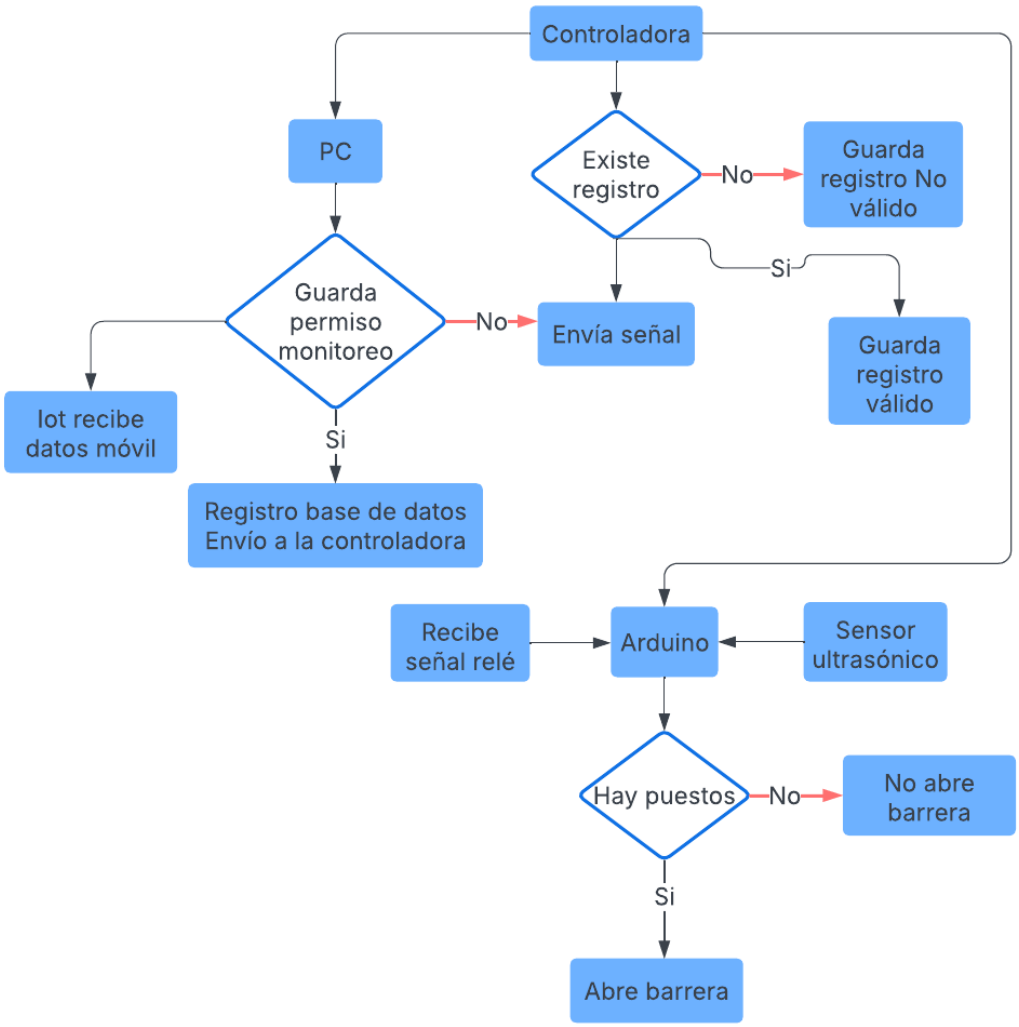



Figura 15. Diagrama De Flujo Del Control De Acceso Vehicular. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

### *VI-C. Programación En PhpMyAdmin*

*VI-C1. Programación Del Escritorio:* En las figuras 16 y 17 se muestra la programación correspondiente a la creación de la página donde el usuario registra sus datos al ingresar al parqueadero. Estas figuras ilustran el código y la estructura necesaria para desarrollar la interfaz y la funcionalidad del formulario de registro. En ellas, se detallan los campos que el usuario debe completar, como nombre, placa del vehículo, tipo de vehículo, hora de entrada, entre otros. Además, se presenta la lógica de programación que permite validar y almacenar la información ingresada por el usuario en la base de datos del sistema.

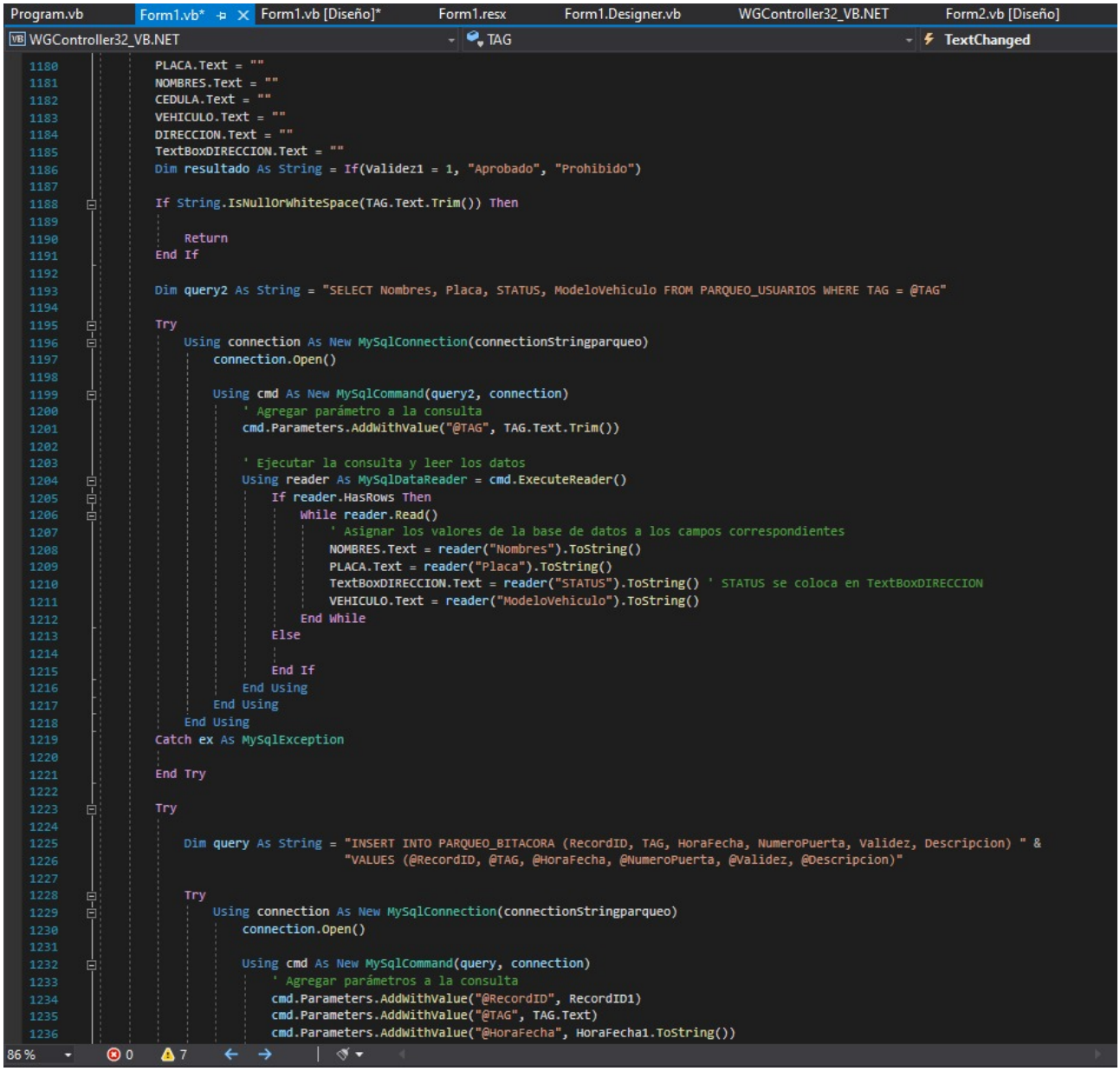



Figura 16. Codificación De La Página En PhpMyAdmin. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

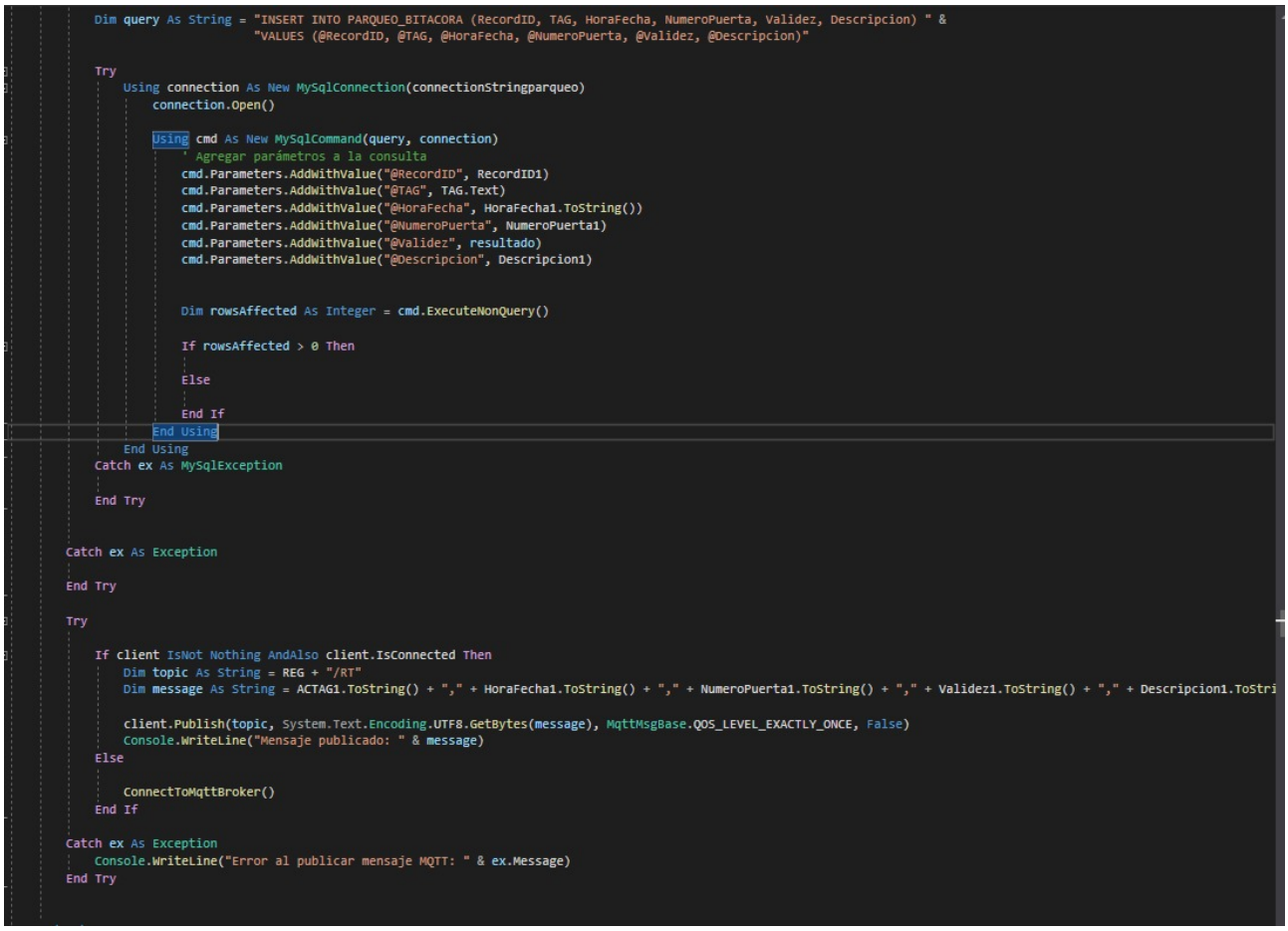



Figura 17. Codificación De La Interfaz De Gestión Del Parqueadero. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

*VI-C2. Programación De La Base De Datos:* En la figura 18 se observa la codificación para crear la base de datos SQL lo cual permite guardar los datos de un nuevo usuario al momento del registro.

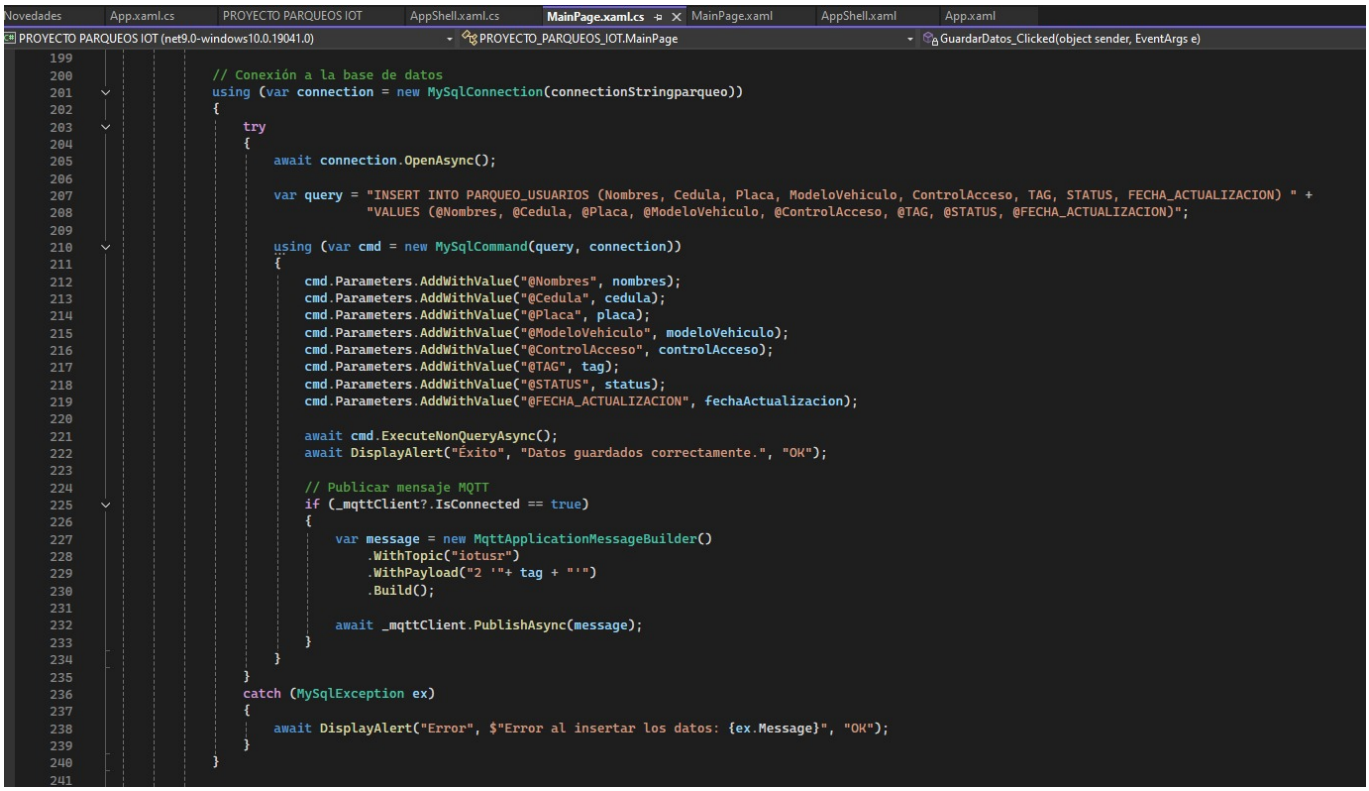



Figura 18. Creación De La Base De Datos. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

La figura 19 muestra la información actualizada sobre los vehículos estacionados en un parqueadero. Al conectarse a la base de datos y ejecutar una consulta SQL, se obtienen los datos más recientes y se presentan de forma clara y organizada en una interfaz gráfica (GUI).

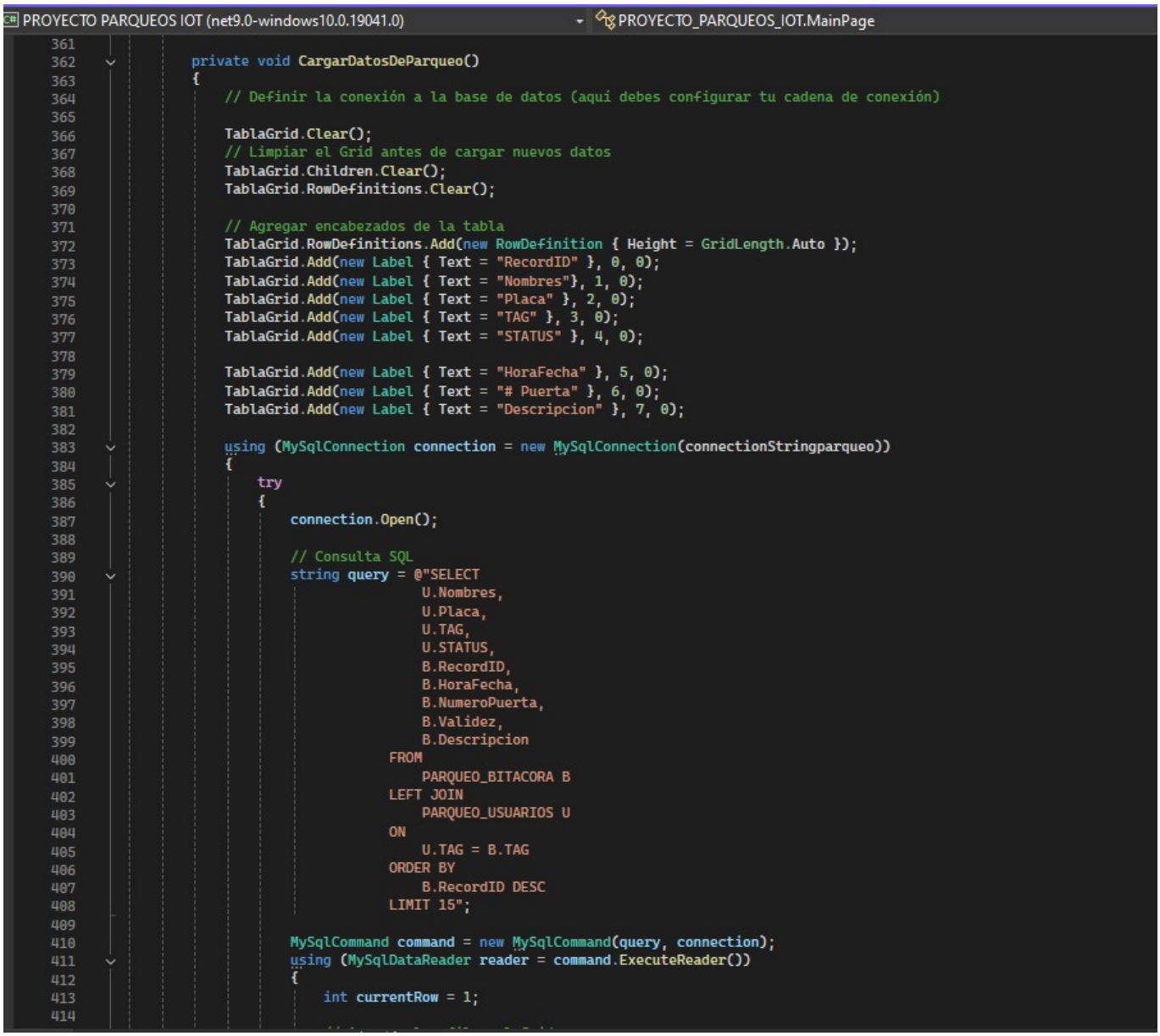



Figura 19. Visualización De Registros De Estacionamiento. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

*VI-C3. Programación De La Aplicación Móvil:* Se realiza la creación de la aplicación móvil con el propósito de facilitar al usuario el registro del vehículo tanto para la entrada como para la salida del parqueadero. Esta aplicación está diseñada para ofrecer una interfaz intuitiva y funcionalidades que permiten al usuario ingresar los datos necesarios de manera rápida y eficiente. Además, se implementan características que garantizan la validación y el almacenamiento seguro de la información en el sistema, optimizando así el proceso de gestión vehicular en el parqueadero.

```
        Dim query As String = "INSERT INTO PARQUEO_BITACORA (RecordID, TAG, HoraFecha, NumeroPuerta, Validez, Descripcion) " &
                              "VALUES (@RecordID, @TAG, @HoraFecha, @NumeroPuerta, @Validez, @Descripcion)"

        Try
            Using connection As New MySqlConnection(connectionStringparqueo)
                connection.Open()

                Using cmd As New MySqlCommand(query, connection)
                    ' Agregar parámetros a la consulta
                    cmd.Parameters.AddWithValue("@RecordID", RecordID1)
                    cmd.Parameters.AddWithValue("@TAG", TAG.Text)
                    cmd.Parameters.AddWithValue("@HoraFecha", HoraFecha1.ToString())
                    cmd.Parameters.AddWithValue("@NumeroPuerta", NumeroPuerta1)
                    cmd.Parameters.AddWithValue("@Validez", resultado)
                    cmd.Parameters.AddWithValue("@Descripcion", Descripcion1)


                    Dim rowsAffected As Integer = cmd.ExecuteNonQuery()

                    If rowsAffected > 0 Then

                    Else

                    End If
                End Using
            End Using
        Catch ex As MySqlException

        End Try


    Catch ex As Exception

    End Try

    Try

        If client IsNot Nothing AndAlso client.IsConnected Then
            Dim topic As String = REG + "/RT"
            Dim message As String = ACTAG1.ToString() + "," + HoraFecha1.ToString() + "," + NumeroPuerta1.ToString() + "," + Validez1.ToString() + "," + Descripcion1.ToStri

            client.Publish(topic, System.Text.Encoding.UTF8.GetBytes(message), MqttMsgBase.QOS_LEVEL_EXACTLY_ONCE, False)
            Console.WriteLine("Mensaje publicado: " & message)
        Else

            ConnectToMqttBroker()
        End If

    Catch ex As Exception
        Console.WriteLine("Error al publicar mensaje MQTT: " & ex.Message)
    End Try
```

Figura 20. Creación De La Aplicación Móvil. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

*VI-C4. Creación De Una Aplicación Móvil:* El desarrollo de la app móvil es exclusivamente para Android debido a su código libre. No es necesario ingresar un usuario y contraseña, ya que la tarjeta RFID contiene los datos del usuario, incluyendo nombre, carrera y semestre. La interfaz de usuario muestra únicamente el número de espacios libres en el parqueadero y el bloque correspondiente.

Se muestra la plantilla que pueden llenar los usuarios desde la aplicación móvil ver figura 21.

Figura 21. Página de Inicio. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

En la figura 22 se visualiza los datos a llenar y también el numero de plazas disponibles en el estacionamiento vehicular.

Figura 22. Registro de datos en la app. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

Luego de completar el registro para el parqueo del vehículo, el usuario tiene la opción de guardar, buscar, actualizar o borrar su registro y también de ver el registro de otros usuarios, ver figura 23.

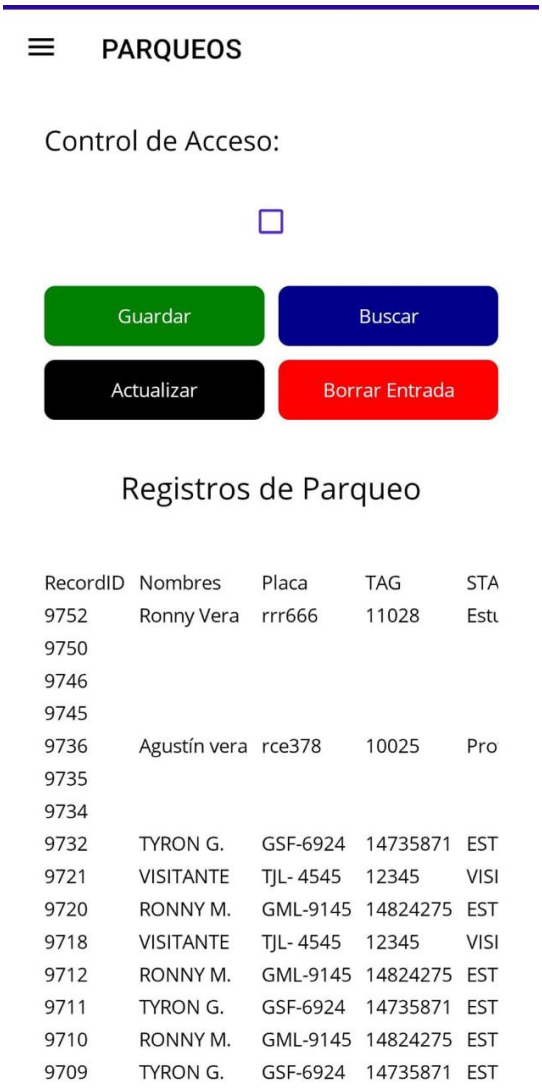



Figura 23. Base De Datos En La App. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

*VI-C5. Diseño De Interfaz De Comunicación:* En la figura 24 se muestra la interfaz de inicio donde el usuario puede llenar los datos de manera manual para el registro que se guarda en la base de datos.

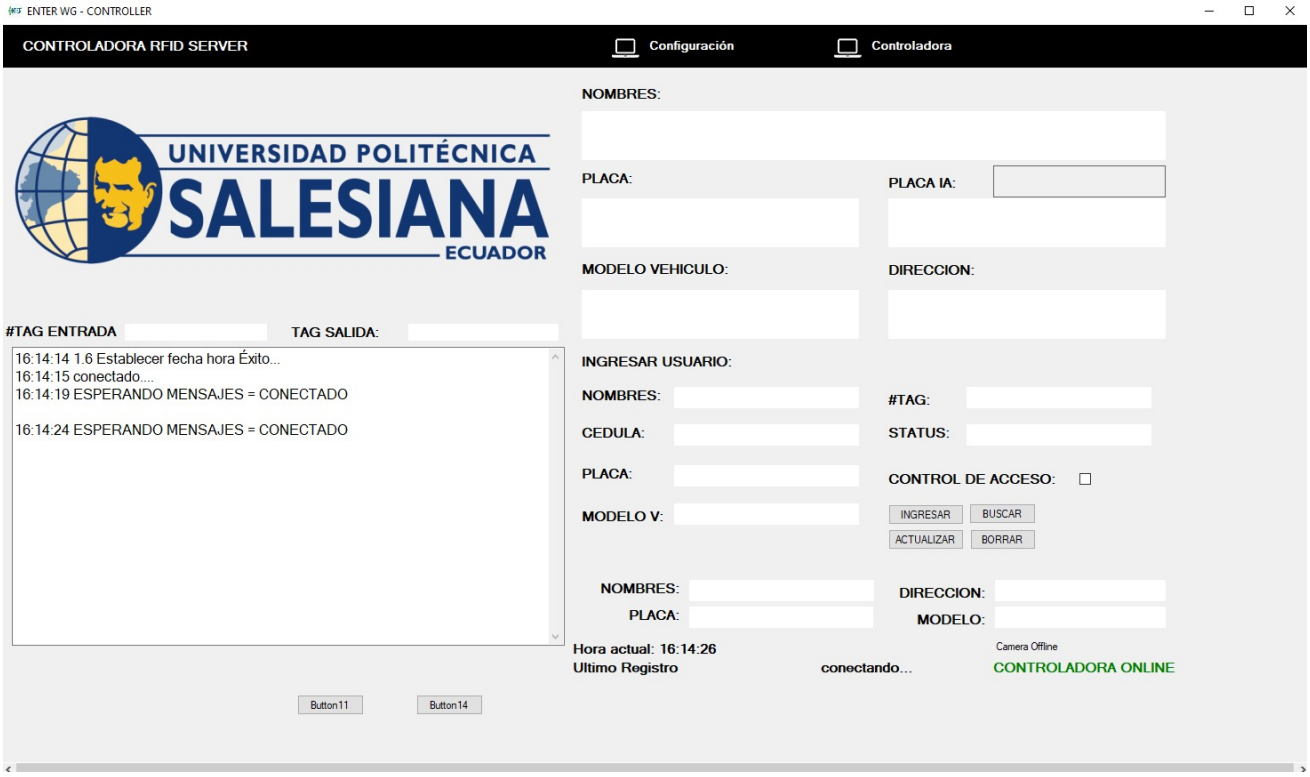



Figura 24. Página de Inicio. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

Después que el usuario termina de registrar los datos en el formulario se procede a guardar la información como se puede visualizar en la figura 25.

Figura 25. Prueba De Conexión Con La Controladora. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

En la actualidad digital, las aplicaciones móviles se han vuelto indispensables en nuestras vidas, proporcionando una amplia gama de servicios y funciones que dependen en gran medida de una gestión eficiente de los datos.

La comunicación entre bases de datos y aplicaciones móviles es esencial para una experiencia de usuario instantánea y fluida. Esta comunicación permite que las aplicaciones móviles accedan, modifiquen y muestren datos de manera segura según las necesidades del usuario.

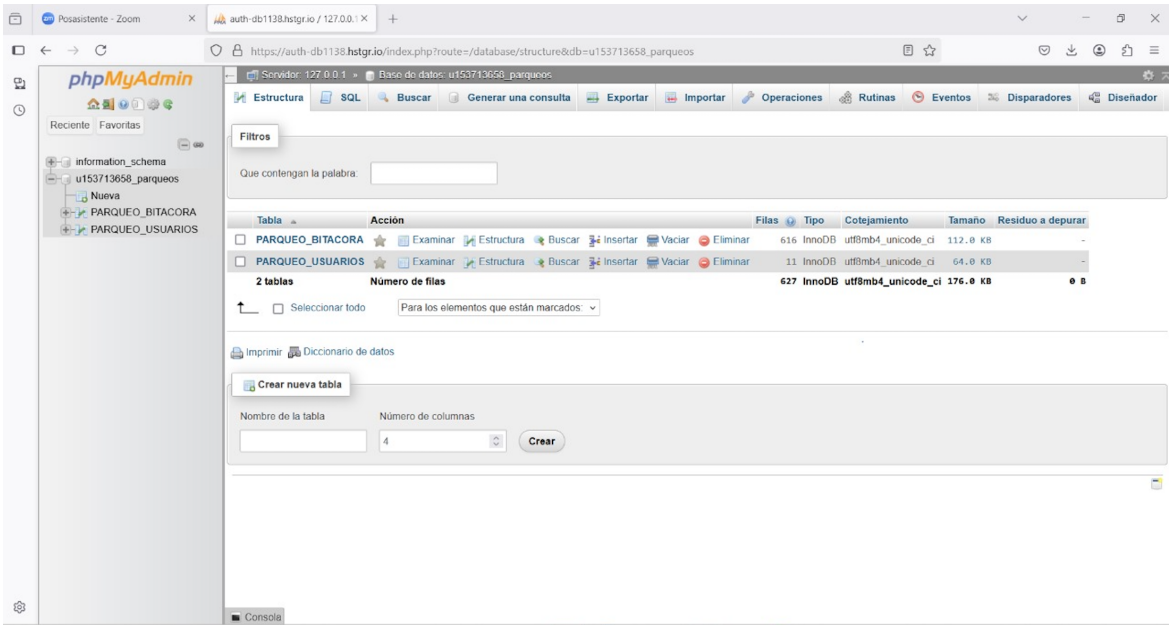



Figura 26. Base De Datos De Usuarios y Bitácora. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

En la figura 27 se visualiza el sistema de parqueo en la página.

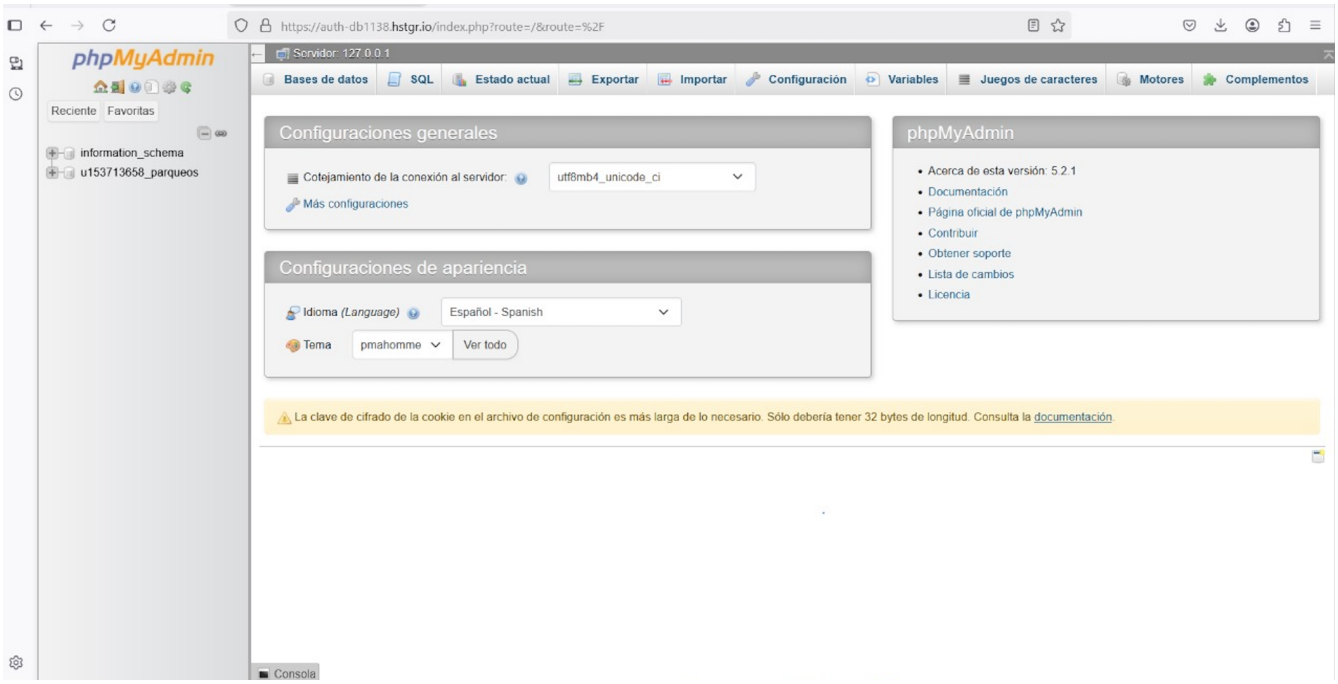



Figura 27. Sistema Parqueos. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

*VI-D. Esquema Funcional Para El Control De Acceso Vehicular De Parqueaderos Con Tecnología RFID*

El diagrama funcional muestra la interconexión entre los distintos dispositivos del sistema.

Los lectores RFID capturan la identificación del vehículo y transmiten la información a la controladora, encargada de procesar y autorizar el acceso. Posteriormente, el Arduino Mega maneja la detección de espacios disponibles mediante sensores ultrasónicos y acciona los servos de la barrera en caso de ser necesario.

La computadora central almacena la información y la vincula con la aplicación móvil para facilitar la supervisión remota.

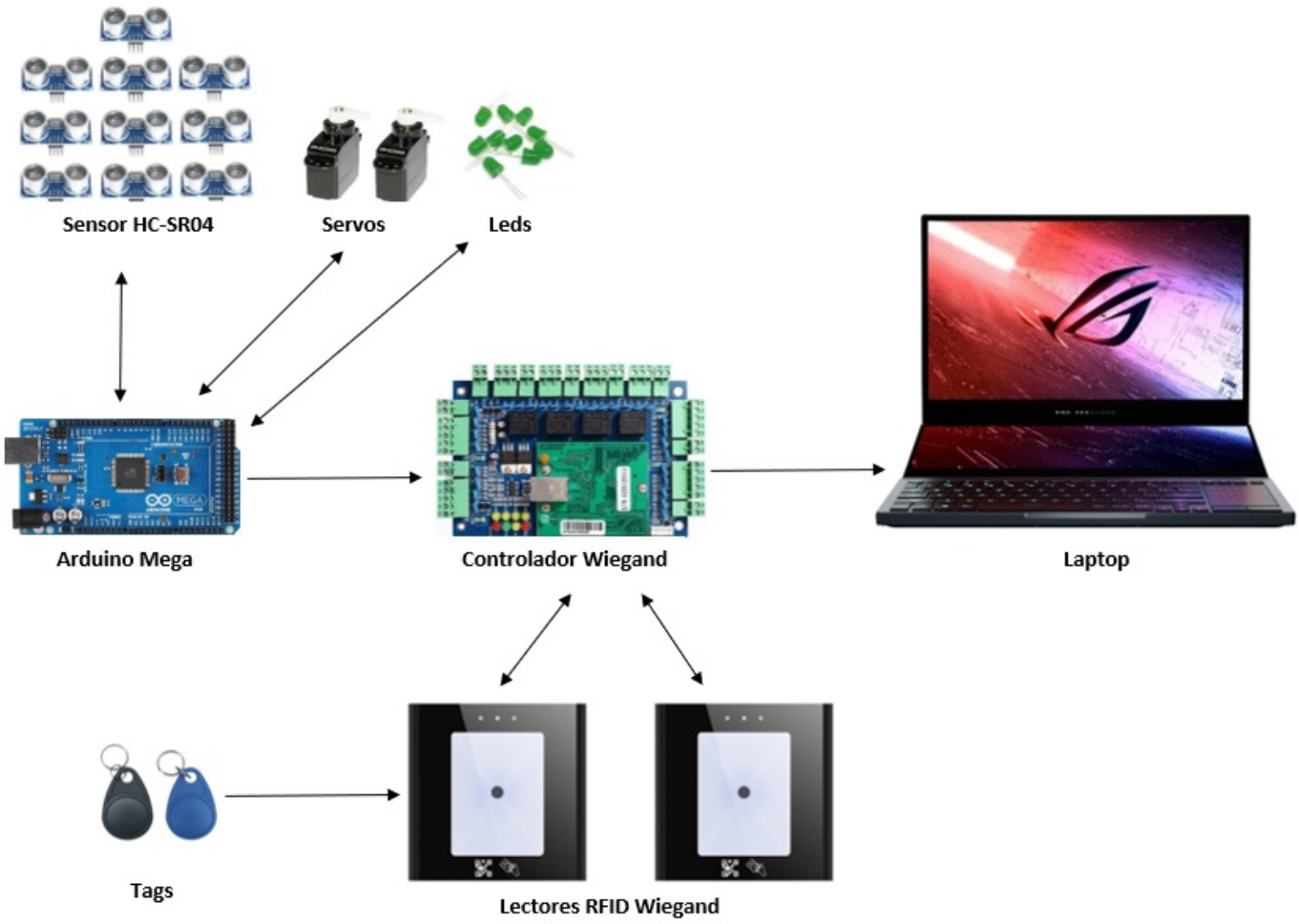



Figura 28. Esquema Funcional Del Prototipo De Acceso Vehicular Con Componentes Electrónicos. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

### *VI-E. Implementación Del Prototipo*

*VI-E1. Seleccion de Componentes:* Los componentes a elegir deben ser de fácil acceso y tener un costo moderado. Para este proyecto, se optó por los siguientes componentes, teniendo en cuenta los criterios mencionados anteriormente:

- **Sensor Ultrasónico HC-SRr04:** Se eligieron sensores ultrasónicos en lugar de sensores inductivos por razones de costos, ya que resultaban más económicos.
- **Arduino Mega 2560:** Se seleccionó el Arduino Mega 2560 debido a que ofrece un funcionamiento más rápido y, a diferencia de una Raspberry Pi, no genera calor excesivo ni sobrecarga el sistema.
- **Servo sm-s2309s:** Se decidió emplear este enfoque porque su función principal sería validar la entrada y salida de las plumas, lo cual cumplía adecuadamente con los requisitos del proyecto.
- **Controlador Wiegand:** El sistema se utilizó para procesar la información enviada por el Arduino y posteriormente completar los datos en la base de datos.
- **Lector RFID Wiegand:** Se optó por esta versión, junto con la alternativa que incluye un conector RFID y un lector de QR, para proporcionar diferentes métodos de acceso, tanto para usuarios regulares como para visitantes.
- **Módulo Relé De 4 Canales 5V DC:** Se utilizó este módulo porque el sensor HC-SR04 envía la señal para la activación de los servomotores.

*VI-E2. Esquema Electrónico:* El esquema electrónico del sistema establece la distribución y conexión entre los distintos componentes, asegurando una integración eficiente que permita el correcto funcionamiento del prototipo. En este diseño, la unidad de control central es el núcleo del sistema, encargándose de la comunicación y el procesamiento de las señales provenientes de múltiples dispositivos. Entre estos componentes destacan los lectores RFID, los cuales permiten la identificación de los vehículos autorizados mediante tarjetas o credenciales previamente registradas en la base de datos. Paralelamente, los sensores ultrasónicos desempeñan un papel fundamental en la detección de la presencia o ausencia de vehículos en los espacios de estacionamiento, proporcionando información clave para la gestión automatizada del parqueadero. Para garantizar la ejecución de las órdenes de control, el sistema emplea actuadores que intervienen en la apertura y cierre de la barrera de acceso, los cuales son regulados por relevadores. Estos dispositivos actúan como interruptores electrónicos que responden a las señales enviadas desde la unidad de control, permitiendo la activación o desactivación del mecanismo según corresponda. Además, la arquitectura del sistema está basada en el uso de microcontroladores, destacándose la participación de Arduino, que administra las señales de entrada y salida, optimizando la comunicación entre sensores, actuadores y la interfaz de control.

La transmisión de datos en tiempo real es un aspecto clave del sistema, ya que permite la actualización constante de la información en la base de datos y la plataforma de monitoreo. Para lograr esto, se implementa una conexión Ethernet que facilita el intercambio de datos entre la unidad de control y los servidores, asegurando una respuesta inmediata ante cualquier evento. Gracias a esta infraestructura, los operadores pueden supervisar el estado del sistema de forma remota, accediendo a información detallada sobre el flujo de vehículos, la disponibilidad de espacios y el historial de accesos. En conjunto, todos estos elementos conforman un ecosistema tecnológico que permite gestionar de manera eficiente el tráfico dentro del parqueadero, optimizando el control de acceso y mejorando la experiencia de los usuarios.

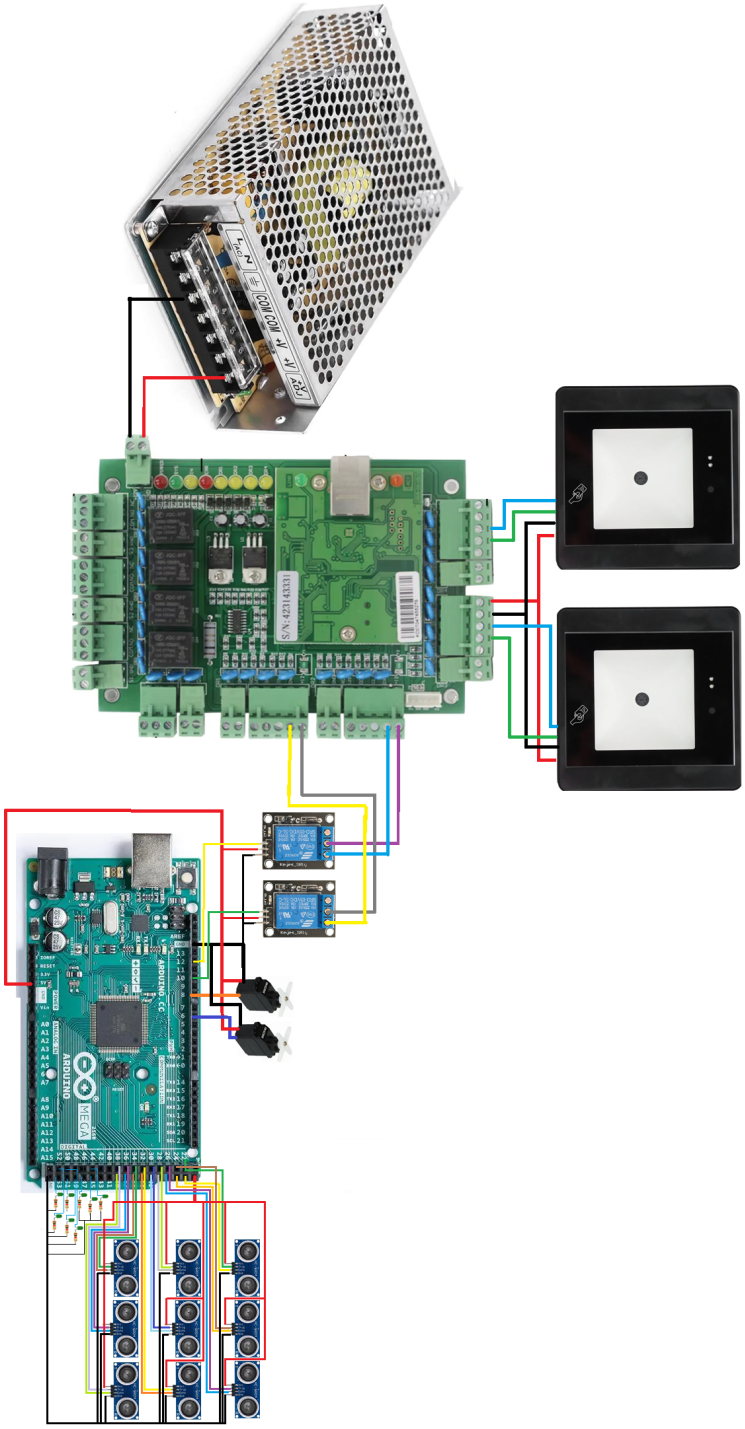


Figura 29. Esquemático Electrónico Del Prototipo

*VI-E3. Tablero Electrónico:* La selección del tablero de distribución eléctrica para el sistema de control de acceso vehicular en estacionamientos con tecnología RFID y aplicación móvil se fundamenta en un análisis de los entornos donde se instala el sistema y la cantidad de componentes eléctronicos que integra. Dado que el prototipo incluye un Arduino Mega como controladora, un controlador Wiegand, dos relés y dos lectoras RFID Wiegand, se consideró crucial seleccionar un tablero que garantiza la protección adecuada de estos dispositivos. Con el objetivo de garantizar que el tablero se adapte a diversas condiciones y evitar daños por humedad y temperatura, se optó por uno fabricado en plástico ABS. Este material fue elegido debido a su alta resistencia a la corrosión y su capacidad para resistir golpes sin deteriorarse. Además, su capacidad para resistir la humedad lo convierte en una alternativa adecuada para los entornos en los que se implementa el sistema de control de acceso vehicular.

Para asegurar la calidad y fiabilidad del tablero eléctrico, se seleccionó la marca .ªKIS PLASTIC", certificada conforme a la norma ISO 9001:2015. Esta certificación garantiza que el tablero ha sido fabricado bajo estrictos procesos de gestión de calidad, lo que asegura su rendimiento y durabilidad en el control de acceso vehicular, optimizando el funcionamiento del sistema que integra la tecnología RFID, el Arduino Mega y los demás componentes clave del prototipo.

En la figura 30 muestra el tablero eléctrico, que incluye dos lectoras RFID Wiegand diseñados para gestionar el flujo de vehículos.

Figura 30. Tablero Eléctrico . Fuente: T. Gómez y R. Morales.

*VI-E4. Conexiones Electrónicas Del Prototipo:* Se puede observar en la figura 31 las conexiones dentro del tablero eléctrico donde esta el arduino mega, Controlador wiegand, Lector Rfid wiegand, fuente de alimentación, etc.

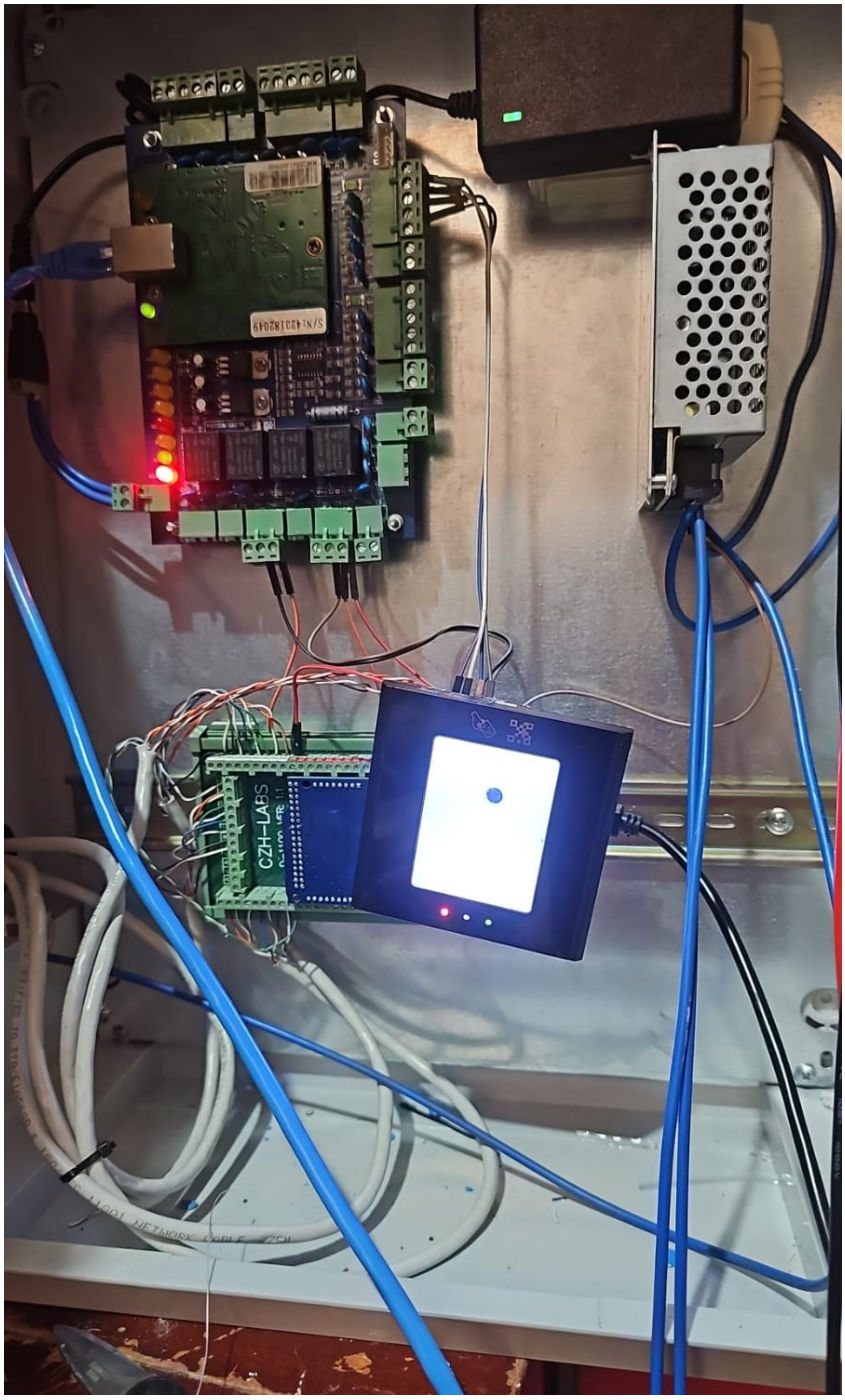



Figura 31. Conexiones Internas Del Tablero Eléctrico. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

Se puede ver en la figura 32 las conexiones de los servomores, sensores ultrasónicos HC-SR04 y leds en el prototipo.

Figura 32. Conexión De Los Componentes Electronicos. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

*VI-E5. Construcción Del Prototipo :* Se tiene la construcción del prototipo para control de acceso vehicular de parqueaderos donde se realiza las pruebas de funcionamento como se ve en la figura 33.

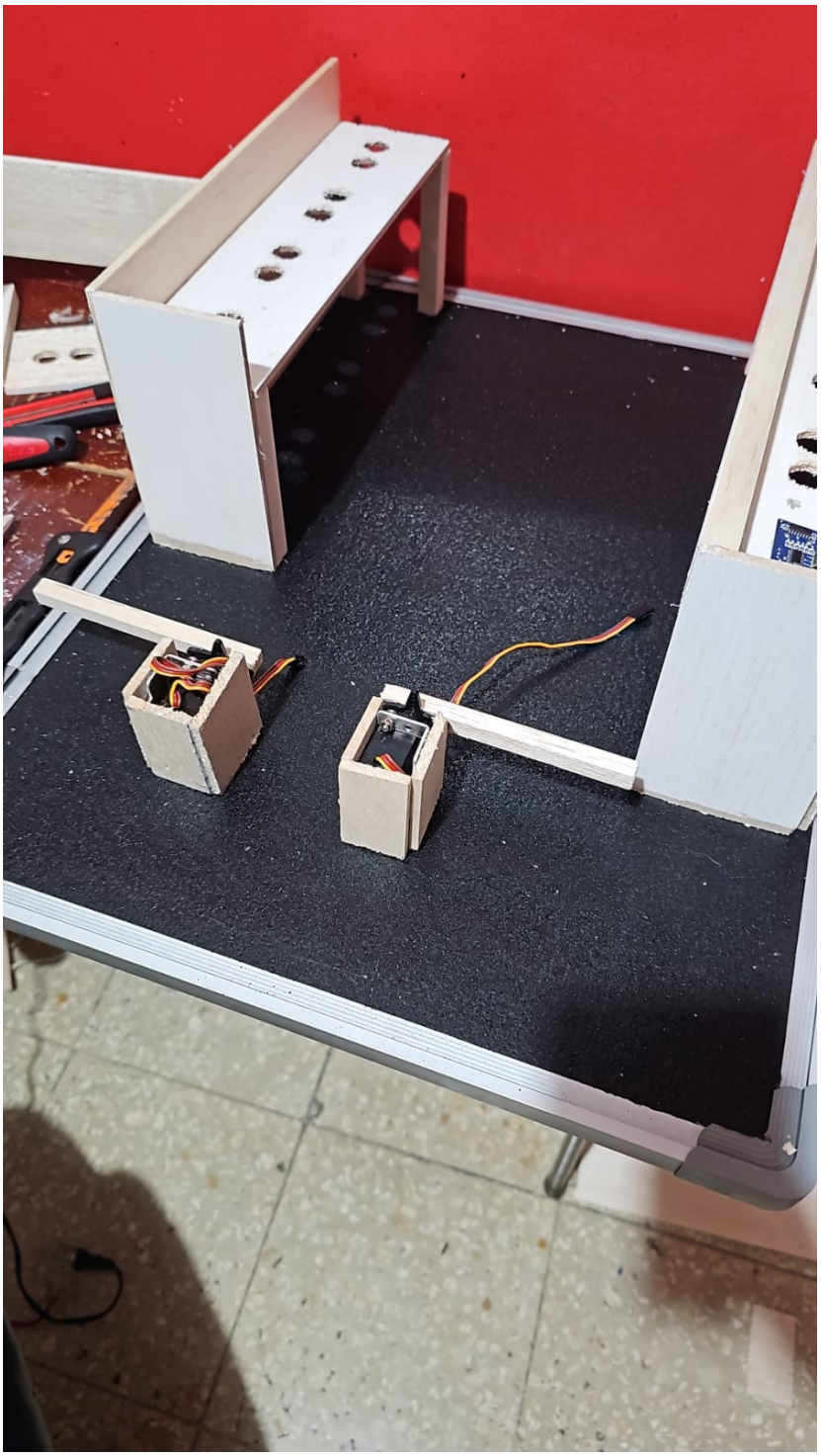


Figura 33. Diseño Del Avance del Prototipo. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

## VII. RESULTADOS

Como se puede observar en la figura 34, con el prototipo completamente ensamblado y operativo, se procede a realizar pruebas exhaustivas para evaluar su desempeño, funcionalidad y capacidad de respuesta en distintas condiciones. El sistema ha sido desarrollado con el propósito de optimizar el control de acceso vehicular en entornos donde la gestión del tráfico es un factor clave para la eficiencia operativa y la seguridad. A través de la implementación de tecnología RFID y bases de datos SQL, el sistema permite la identificación automática de vehículos autorizados, agilizando el proceso de entrada y salida, reduciendo los tiempos de espera y proporcionando un registro detallado de los accesos.

Durante la fase de desarrollo, se han llevado a cabo simulaciones y análisis teóricos que han permitido evaluar la viabilidad técnica del sistema, así como su potencial para integrarse en diversas aplicaciones donde se requiera un control vehicular automatizado. Estas evaluaciones han considerado distintos factores, como la precisión en la detección de vehículos, la capacidad de respuesta de los actuadores en el mecanismo de apertura y cierre de barreras, la estabilidad en la comunicación con la base de datos y la eficiencia del procesamiento de señales en tiempo real. Si bien hasta el momento no se han realizado pruebas en un entorno real, los resultados obtenidos en laboratorio han demostrado que el sistema es funcional, fiable y escalable.

Su diseño modular facilita futuras mejoras o adaptaciones, permitiendo la incorporación de nuevas tecnologías o la integración con sistemas complementarios, como cámaras de vigilancia, aplicaciones móviles o plataformas de monitoreo en la nube. En conjunto, el prototipo desarrollado representa una solución innovadora para la gestión automatizada del acceso vehicular, ofreciendo un equilibrio entre eficiencia operativa, seguridad y facilidad de uso en diferentes escenarios.

Figura 34. Prototipo Finalizado. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

A través de la conexión establecida con una microcontroladora mediante un enlace Ethernet, el sistema es capaz de recibir, procesar y gestionar datos provenientes de las etiquetas RFID, lo que permite la identificación precisa y automatizada de usuarios y vehículos que acceden a la zona controlada. Esta infraestructura tecnológica facilita la autenticación y el registro de cada evento de acceso en una base de datos, asegurando un control detallado y seguro del flujo vehicular.

Además de su función de identificación, el sistema proporciona información en tiempo real sobre la disponibilidad de plazas de estacionamiento, permitiendo a los administradores o usuarios conocer en todo momento la ocupación del área. De manera simultánea, el sistema monitorea el estado de la conexión y la operatividad de los distintos componentes, asegurando que la comunicación entre los dispositivos sea estable y eficiente.

Para una gestión integral, la plataforma también ofrece diversas opciones administrativas, como el registro de nuevos usuarios y vehículos, la búsqueda de datos históricos de accesos, la actualización de información y la eliminación de registros obsoletos. Estas funcionalidades permiten mantener una base de datos actualizada y optimizada, mejorando la eficiencia operativa del sistema y garantizando un control automatizado y confiable del acceso vehicular.

En conjunto, la combinación de tecnología RFID, conectividad Ethernet y gestión de bases de datos proporciona una solución robusta para el control de acceso, optimizando procesos, reduciendo tiempos de espera y fortaleciendo la seguridad en entornos donde la regulación del flujo vehicular es un factor crítico para su operatividad. Ver la figura.35.

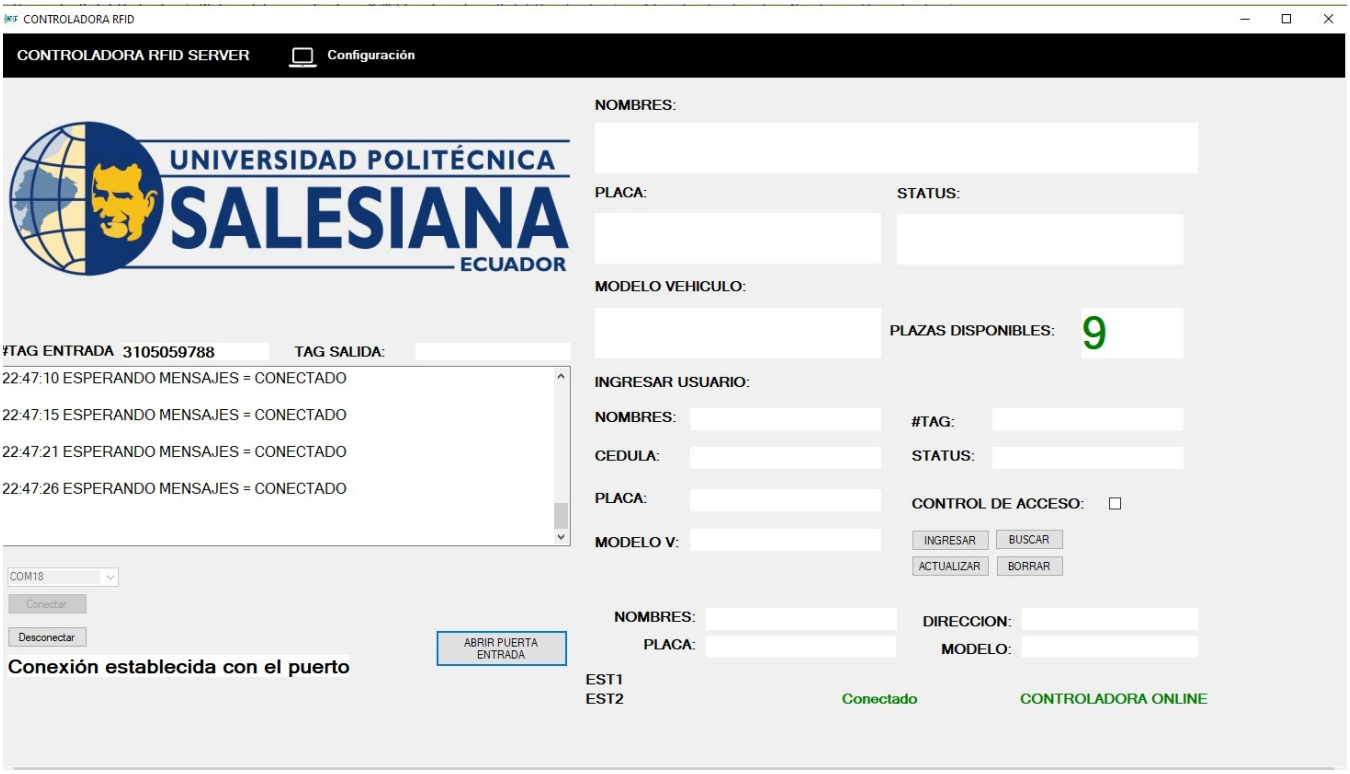



Figura 35. Procesa Datos De Las Etiquetas RFID. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

En la figura 36 un vehículo se aproxima a la entrada y se detiene a la espera de autorización para ingresar.

El sistema de control de acceso, previamente configurado con los datos del vehículo y del conductor, permite la autenticación mediante una tarjeta RFID.

Figura 36. Ingreso De Vehículo A La Entrada. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

Al acercar la tarjeta al lector, se envía una señal al software de escritorio, donde la información es verificada y visualizada en la pantalla de inicio de la aplicación tal como se ve en la figura 37.

Una vez validado el acceso, el sistema permite la apertura de la barrera, facilitando el ingreso del vehículo.

Figura 37. Proceso De Autenticación Mediante La Tarjeta RFID. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

El sistema de control de acceso RFID de la Universidad Politécnica Salesiana registró exitosamente el ingreso del estudiante Tyron G. a las 22:49:25 horas del 03 de febrero de 2025. El proceso de validación verificó la identificación del tag #14735871, correspondiente al vehículo Chevrolet, placa GSF-6924, autorizando su acceso a las instalaciones donde se disponía de 9 plazas de estacionamiento.

La transacción fue procesada y aprobada por la controladora RFID, quedando debidamente registrada en el sistema de gestión vehicular institucional.

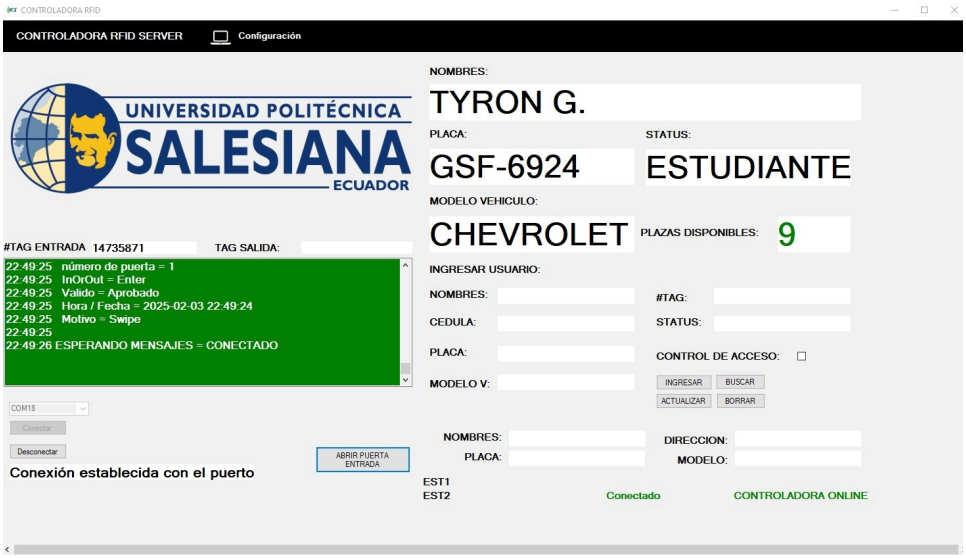



Figura 38. Registro Exitoso Con El Sistema De Gestión Vehicular. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

El sistema de acceso vehicular registra exitosamente el siguiente evento en la base de datos.

Figura 39. Se Abre La Barrera Para Ingreso De Vehículo. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

Registro de Entrada: Usuario: Tyron G. Hora de ingreso: 22:49:25 Tag RFID: #14735871 Placa: GSF-6924 Status: ESTUDIANTE Ubicación: Estacionamiento Principal - Plaza #3 El vehículo Chevrolet se posicionó correctamente en el espacio asignado, quedando registrado en el sistema 8 plazas disponibles.

La validación del acceso fue exitosa, y los sensores confirmaron el correcto estacionamiento del vehículo, actualizando en tiempo real la disponibilidad en la base de datos del sistema RFID de la Universidad Politécnica Salesiana.

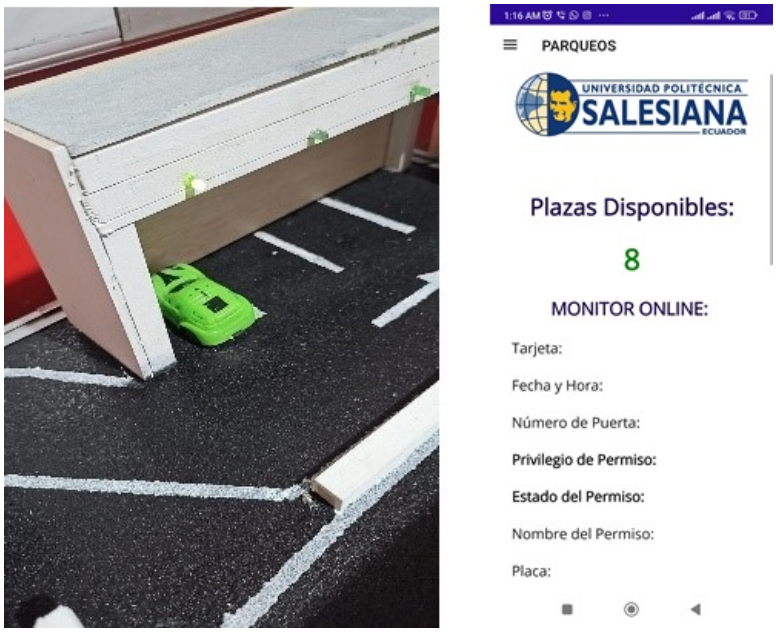



Figura 40. Vehículo En El Espacio Asignado. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

El sistema RFID registra exitosamente la salida del vehículo Chevrolet, placa GSF-6924, perteneciente al estudiante Tyron G. A las 23:15:40 del 03 de febrero de 2025, el tag #14735871 fue leído por los sensores de salida, validando la autorización del usuario.

El sistema actualiza automáticamente el contador a 9 plazas disponibles, mientras la controladora RFID registra la transacción de salida en la base de datos institucional. El ciclo completo de permanencia en el estacionamiento de la Universidad Politécnica Salesiana quedó documentado satisfactoriamente en el sistema de control de acceso.

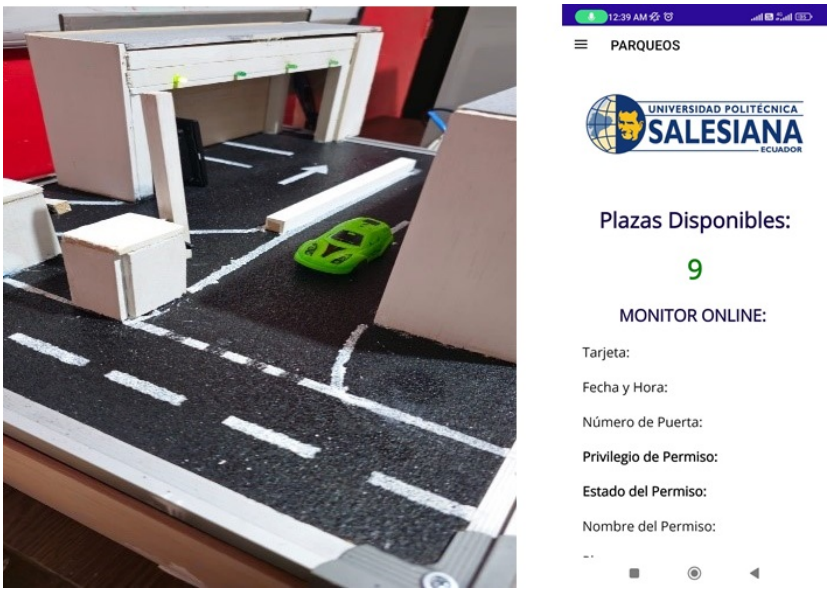



Figura 41. Salida Del Vehículo. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

El estudiante Ronny M. intentó ingresar al estacionamiento de la Universidad Politécnica Salesiana con su vehículo Ford Explorer de placa GML-9145 a las 22:58:25. Al aproximarse a la entrada, el sistema RFID realizó la lectura del tag #14824275 procede con el protocolo de verificación. Sin embargo, el sistema detecta que el usuario no contaba con los privilegios necesarios, generando una alerta en la interfaz con el mensaje ”Denied Access: No PRIVILEGE.$^{en}$ color rojo.

La controladora RFID mantuvo la barrera cerrada, impidiendo el acceso al estacionamiento mientras registraba el intento fallido en la base de datos institucional.
El contador de plazas disponibles permaneció en 8, y el sistema continuó en estado de espera para procesar nuevas solicitudes de acceso.

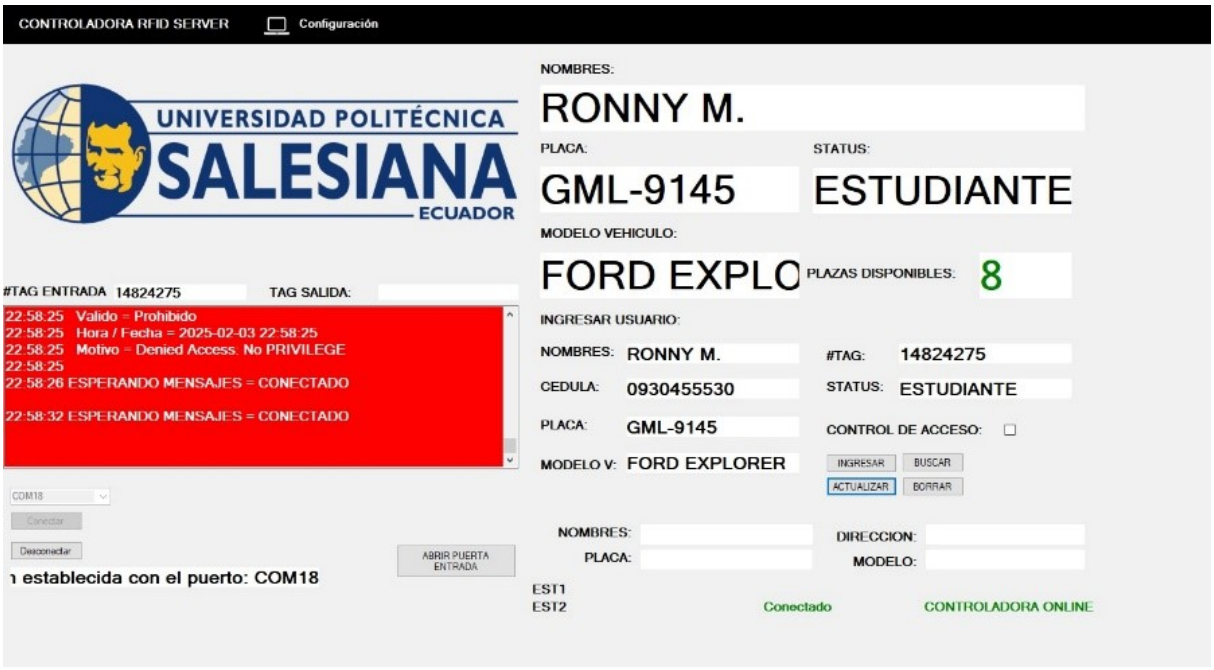



Figura 42. Ingreso Denegado Al Estacionamiento. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

El estudiante Ronny M. completó exitosamente su registro en el sistema RFID de la Universidad Politécnica Salesiana.

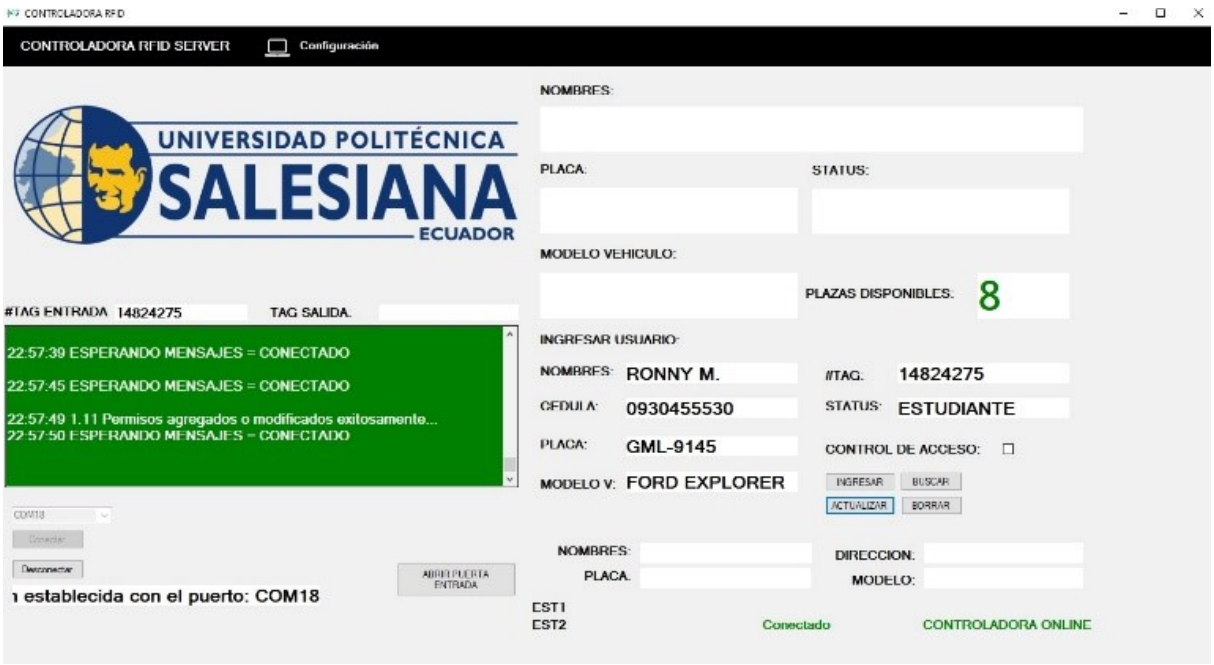



Figura 43. Nuevo Ingreso Validado. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

En la primera instancia, el personal administrativo ingresa sus datos en la base de datos: cédula 0930455530, vehículo Ford Explorer con placa GML-9145, y su tag de identificación #14824275. Una vez almacenada la información, el estudiante intentó nuevamente el acceso al estacionamiento. Esta vez, al aproximarse a la entrada, el sistema validó exitosamente sus credenciales a las 23:10:31, mostrando en la interfaz el mensaje de ”Válido - Aprobado.[en] color verde.

La controladora RFID verificó los privilegios recién otorgados, permitiendo el ingreso del vehículo a las instalaciones donde se mantenían 8 plazas disponibles.

La transacción quedó registrada en el sistema como un acceso autorizado, completando así el ciclo de registro y primera entrada exitosa.

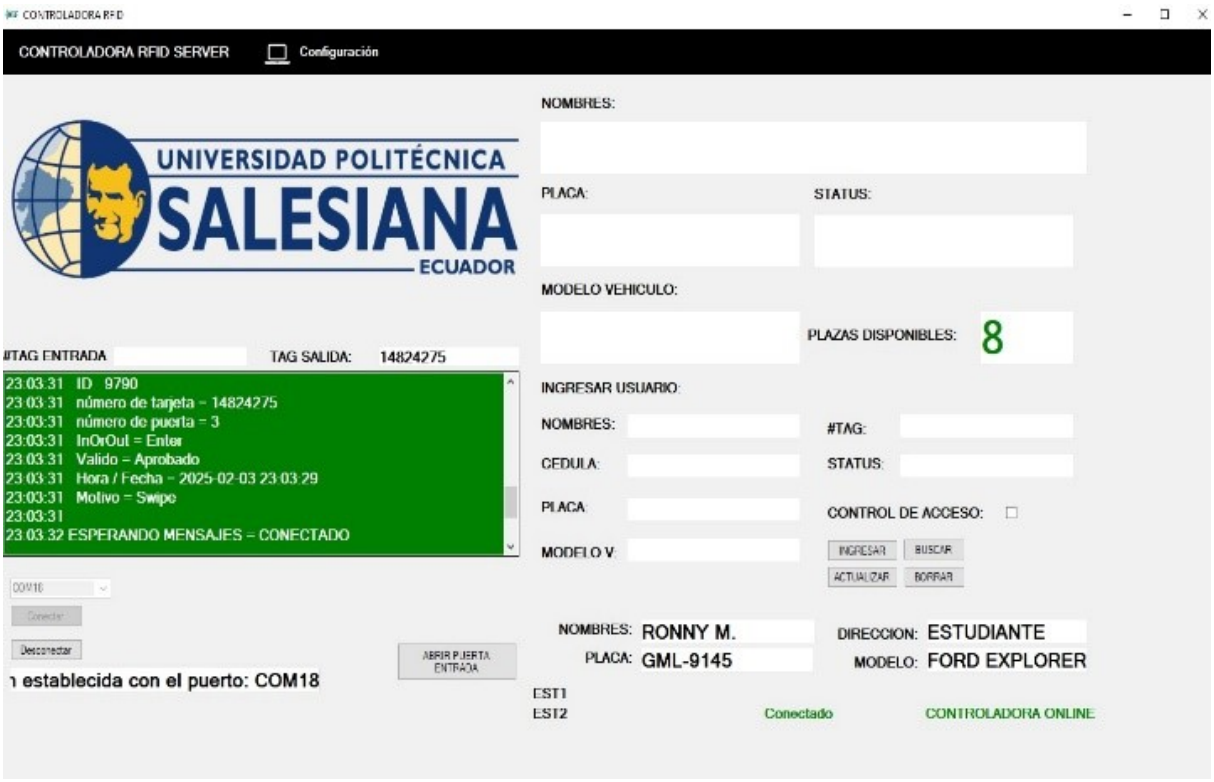
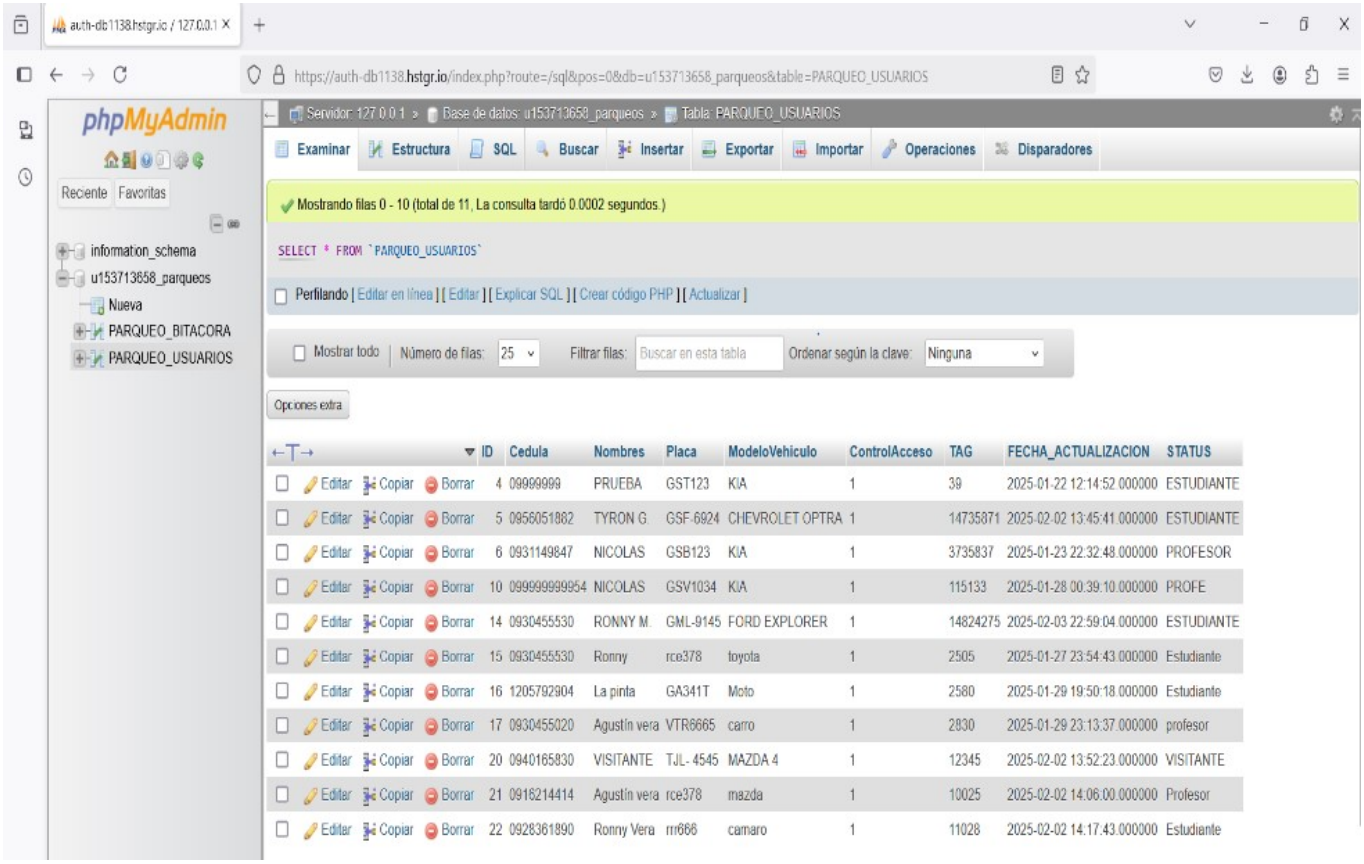



Figura 44. Validación De Las Credenciales Del Nuevo Ingreso. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

En la base de datos del sistema de parqueadero de la Universidad Politécnica Salesiana, se evidencia el registro exitoso tanto de Tyron G. como de Ronny M. Los registros muestran que Tyron G., con cédula 0956051882, fue registrado el 02 de febrero de 2025 a las 13:45:41, asignándole el TAG 14735871 para su vehículo Chevrolet Optra de placa GSF-6924 con estado de ESTUDIANTE. Por su parte, Ronny M., portador de la cédula 0930455530, completó su registro el 03 de febrero de 2025 a las 22:59:04, recibiendo el TAG 14824275 para su Ford Explorer de placa GML-9145, también con estado de ESTUDIANTE. Ambos usuarios cuentan con el Control de Acceso habilitado, lo que confirma sus permisos para utilizar el estacionamiento institucional.

Estos registros forman parte de la tabla PARQUEO-USUARIOS, que mantiene un control detallado de todos los usuarios autorizados del sistema.




| | ID | Cedula | Nombres | Placa | ModeloVehiculo | ControlAcceso | TAG | FECHA_ACTUALIZACION | STATUS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Editar Copiar Borrar | 4 | 09999999 | PRUEBA | GST123 | KIA | 1 | 39 | 2025-01-22 12:14:52.000000 | ESTUDIANTE |
| Editar Copiar Borrar | 5 | 0956051882 | TYRON G. | GSF-6924 | CHEVROLET OPTRA | 1 | 14735871 | 2025-02-02 13:45:41.000000 | ESTUDIANTE |
| Editar Copiar Borrar | 6 | 0931149847 | NICOLAS | GSB123 | KIA | 1 | 3735837 | 2025-01-23 22:32:48.000000 | PROFESOR |
| Editar Copiar Borrar | 10 | 099999999954 | NICOLAS | GSV1034 | KIA | 1 | 115133 | 2025-01-28 00:39:10.000000 | PROFE |
| Editar Copiar Borrar | 14 | 0930455530 | RONNY M. | GML-9145 | FORD EXPLORER | 1 | 14824275 | 2025-02-03 22:59:04.000000 | ESTUDIANTE |
| Editar Copiar Borrar | 15 | 0930455530 | Ronny | rce378 | toyota | 1 | 2505 | 2025-01-27 23:54:43.000000 | Estudiante |
| Editar Copiar Borrar | 16 | 1205792904 | La pinta | GA341T | Moto | 1 | 2580 | 2025-01-29 19:50:18.000000 | Estudiante |
| Editar Copiar Borrar | 17 | 0930455020 | Agustín vera | VTR6665 | carro | 1 | 2830 | 2025-01-29 23:13:37.000000 | profesor |
| Editar Copiar Borrar | 20 | 0940165830 | VISITANTE | TJL- 4545 | MAZDA 4 | 1 | 12345 | 2025-02-02 13:52:23.000000 | VISITANTE |
| Editar Copiar Borrar | 21 | 0918214414 | Agustín vera | rce378 | mazda | 1 | 10025 | 2025-02-02 14:06:00.000000 | Profesor |
| Editar Copiar Borrar | 22 | 0928361890 | Ronny Vera | rrr666 | camaro | 1 | 11028 | 2025-02-02 14:17:43.000000 | Estudiante |

Figura 45. Base De Datos. Fuente: T. Gómez y R. Morales.

*VII-A. Análisis De Tráfico En Horas Pico De Entrada y Salida*

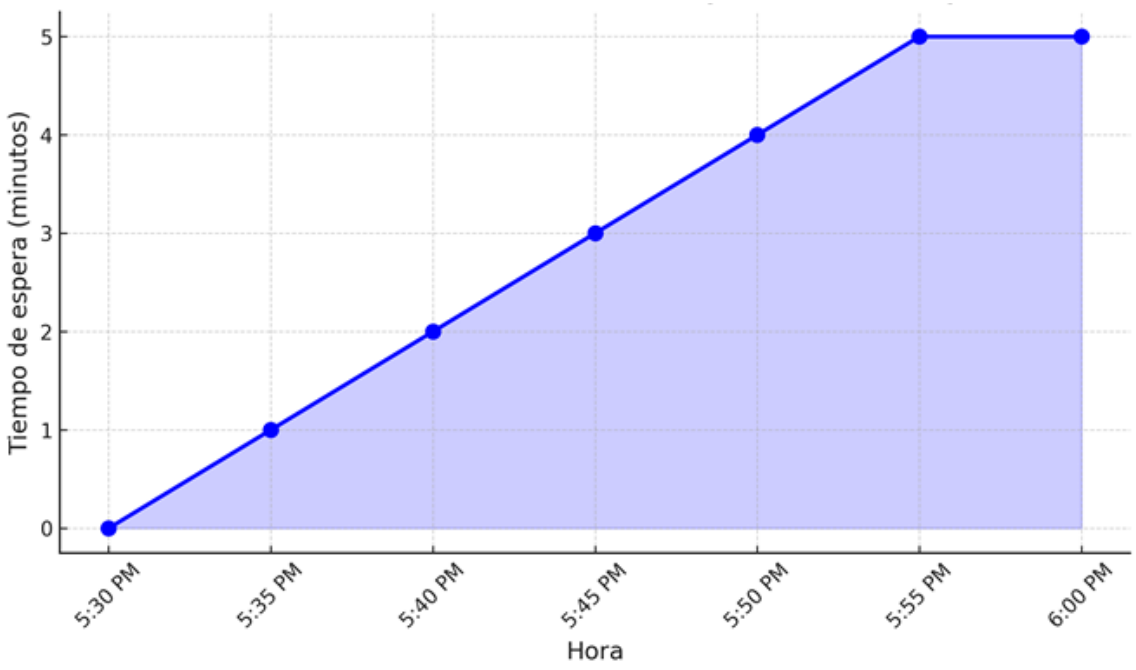



Figura 46. Estancamiento En La Entrada (5:30 - 6:00 PM). Fuente: T. Gómez y R. Morales.

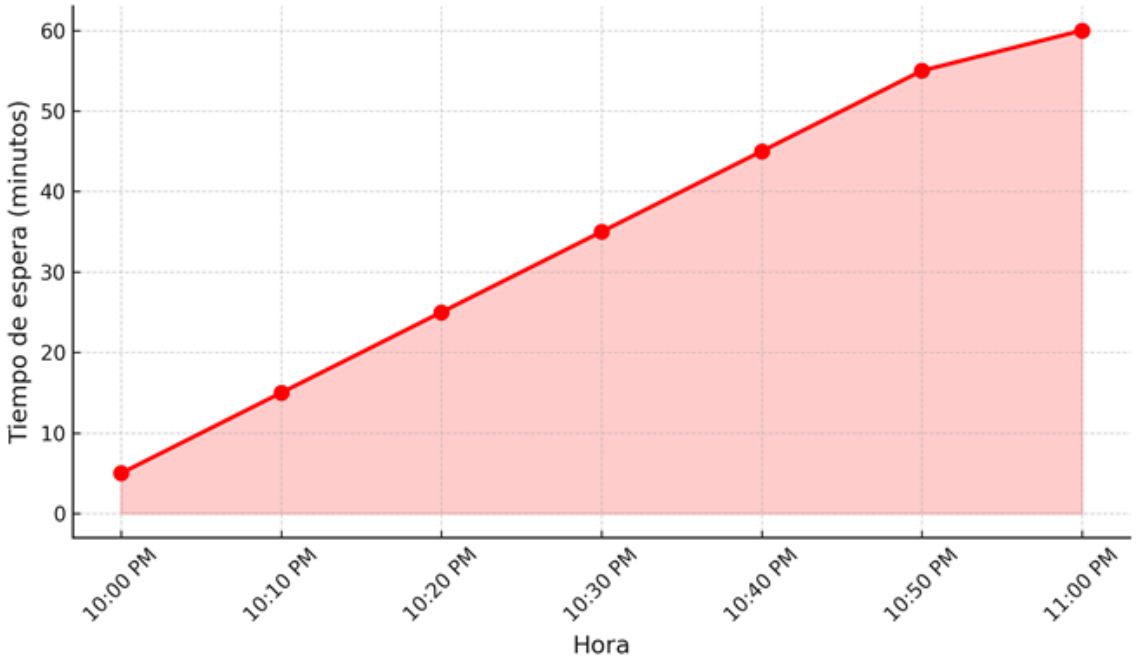



Figura 47. Estancamiento En La Salida (10:00 - 11:00 PM). Fuente: T. Gómez y R. Morales.

La gestión del acceso vehicular en los parqueaderos presenta problemas recurrentes como largos tiempos de espera, congestión en horarios pico y falta de control eficiente sobre los espacios disponibles. Los métodos tradicionales, basados en supervisión manual o sistemas mecánicos, generan demoras innecesarias y estancamientos, afectando la movilidad y la experiencia de los usuarios. La falta de automatización también dificulta la seguridad y el monitoreo del flujo vehicular, lo que puede provocar accesos no autorizados y desorganización en la distribución de los estacionamientos. Frente a esta problemática, el prototipo desarrollado surge como una solución innovadora que optimiza la entrada y salida de vehículos mediante tecnología RFID, eliminando procesos manuales y reduciendo significativamente los tiempos de espera en los puntos de control.

El diseño del sistema se enfoca exclusivamente en la validación automatizada del acceso y salida de los vehículos, garantizando una circulación más fluida y evitando la formación de largas filas en los ingresos. Gracias a su integración con una base de datos SQL, el sistema registra y actualiza en tiempo real la información del flujo vehicular, facilitando una mejor administración del parqueadero y permitiendo futuras mejoras en la distribución de espacios. Aunque el prototipo aún no ha sido implementado en un entorno real, su desarrollo y simulaciones demuestran su viabilidad y potencial para optimizar la eficiencia y seguridad en la gestión de parqueaderos. En comparación con los sistemas tradicionales, esta solución representa un progreso significativo en términos de rapidez, control y optimización del tiempo, sentando las bases para una modernización efectiva del acceso vehicular.

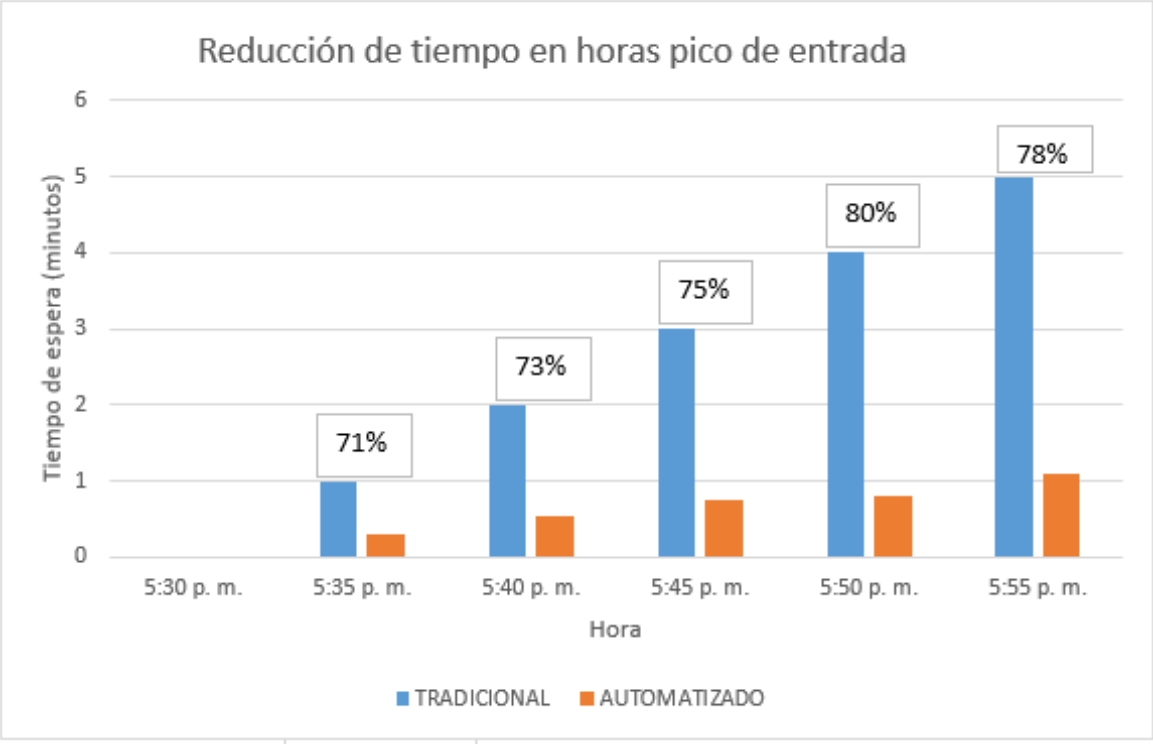



Figura 48. Porcentaje De Reducción De Tiempo En La Entrada (5:30 - 5:55 PM). Fuente: T. Gómez y R. Morales.

En la figuras 48 y 49 se muestran los valores de porcentaje en donde se evidencia que existe una reducción del tiempo y en el cual el sistema de acceso vehicular automatizado es más eficiente que el sistema de acceso vehicular tradicional.

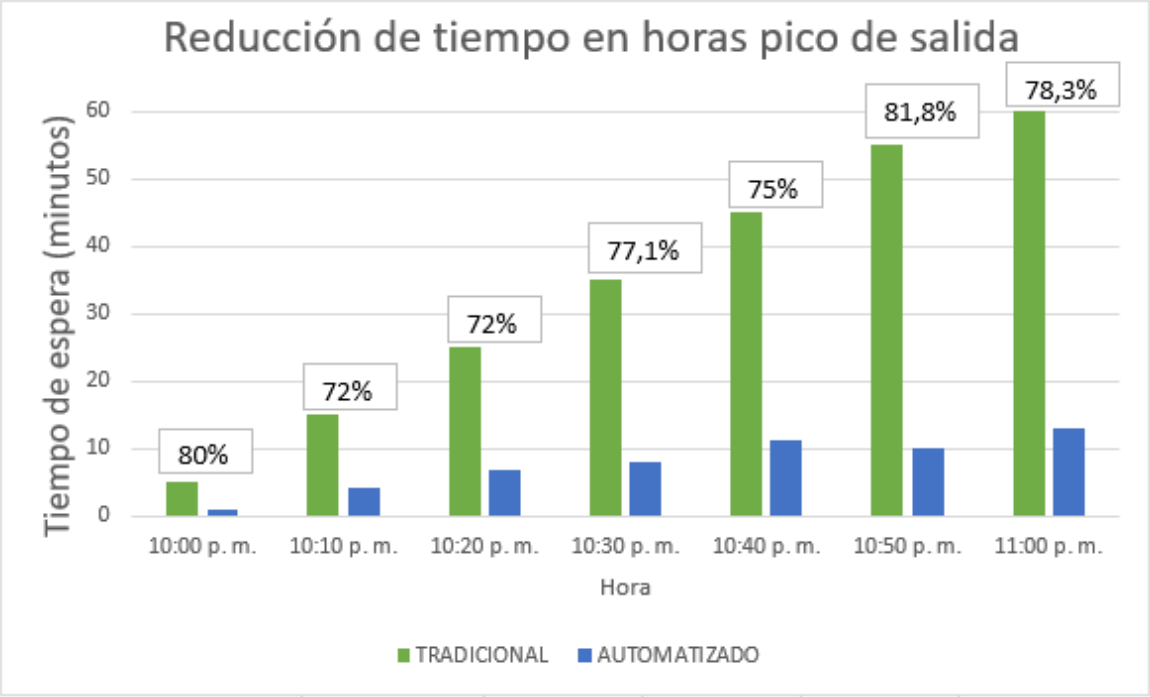



Figura 49. Porcentaje De Reducción De Tiempo En La Salida (10:00 - 11:00 PM). Fuente: T. Gómez y R. Morales.

### *VII-B. Beneficios Del Prototipo Con Tecnología RFID y Base De Datos*

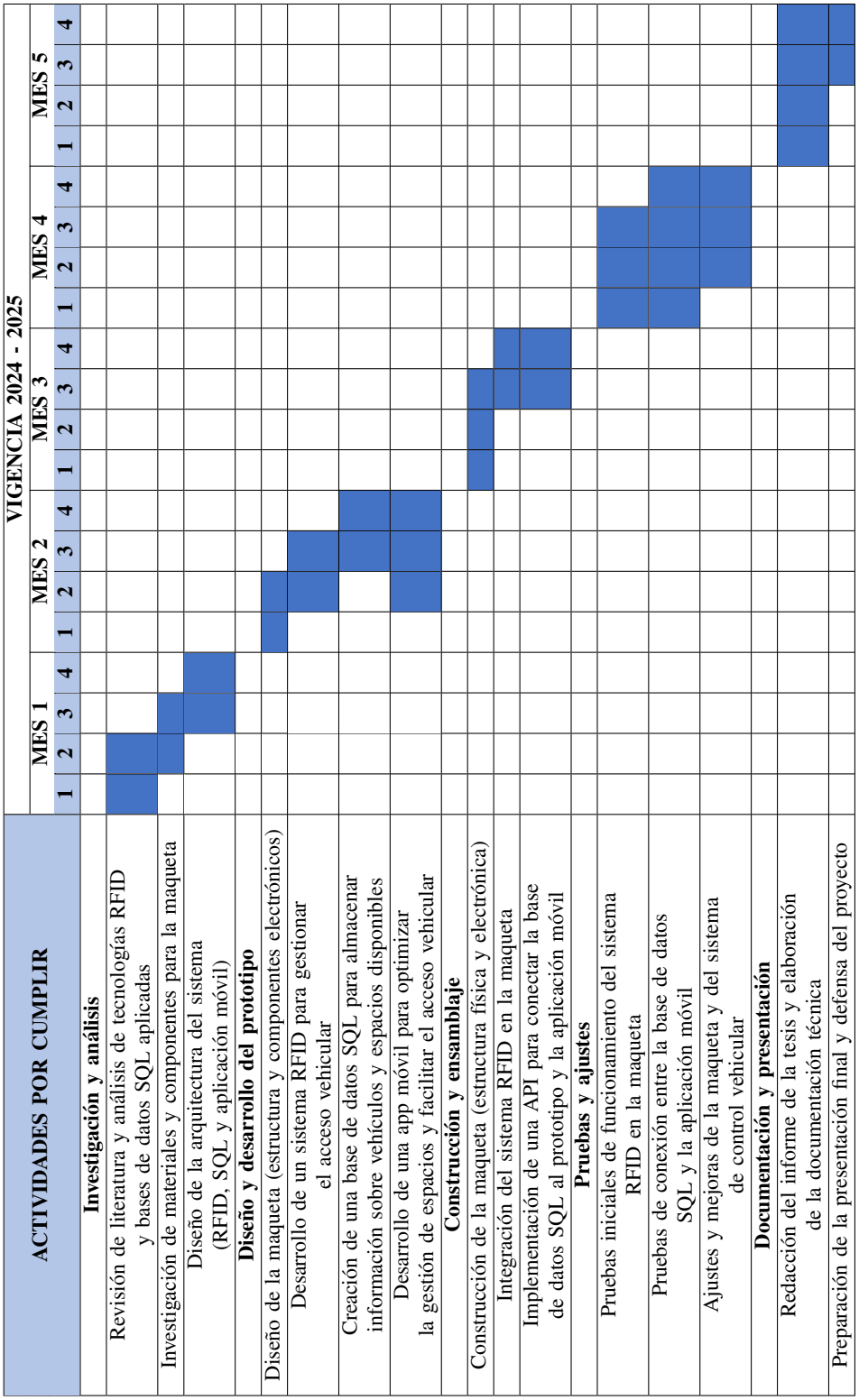
El sistema basado en RFID permite un acceso ágil y automatizado. Su implementación contribuye a minimizar los tiempos de espera y reducir la congestión vehicular. Además, favorece una mejor distribución y aprovechamiento de las plazas de estacionamiento. También se integra con una aplicación móvil que facilita la reserva y supervisión de los espacios disponibles. En general, mejora la comodidad de los usuarios y optimiza la eficiencia operativa.

### *VII-C. Desventajas Del Estancamiento Vehicular*

El tráfico excesivo dentro de los estacionamientos genera demoras tanto para estudiantes como para el personal. Asimismo, incrementa la emisión de gases contaminantes. Los conductores experimentan un nivel elevado de estrés y agotamiento debido a la lentitud en la circulación. La alta densidad de vehículos aumenta el riesgo de incidentes viales. Finalmente, la falta de organización en la distribución del espacio reduce su aprovechamiento óptimo.

# VIII. CRONOGRAMA

Tabla V
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES. FUENTE: T. GÓMEZ Y R. MORALES.



# IX. PRESUPUESTO

Tabla VI
PRESUPUESTO. FUENTE: T. GÓMEZ Y R. MORALES.

| Concepto | Descripción | Costo Unitario | Cantidad | Costo Total |
|---|---|---|---|---|
| Llaveros RFID | Llaveros RFID (mayor durabilidad y precisión) | $2,50 | 2 | $ 5,00 |
| Sensores ultrasónicos | Sensores láser de alta precisión | $4,50 | 9 | $ 40,50 |
| Microcontrolador | Controladora wiegand | $250 | 1 | $ 250,00 |
| Lectoras wiegand qr | Lectoras wiegand para uso por medio de TAC O QR | $90 | 2 | $ 180,00 |
| Arduino Mega | Controla dispositivos y procesa datos en proyectos complejos. | $30 | 1 | $ 30,00 |
| Servomotores | Servo sm-s2309 | $7 | 2 | $ 14,00 |
| Fuente de Alimentacion | Fuente de alimentacion de 5v | $15 | 1 | $ 15,00 |
| Componentes Adicionales | Relés, resistencias, cables de alta calidad, borneras para arduino. | $80 | 1 | $ 80,00 |
| Base de datos SQL | Configuración avanzada con servicios en la nube | $200 | 1 | $ 200,00 |
| Aplicación móvil | Desarrollo profesional de la aplicación, con interfaces avanzadas | $150 | 1 | $ 180,00 |
| Materiales para la maqueta a escala | Impresión 3D de alta calidad, acrílico, aluminio, tablero. | $150 | 1 | $ 150,00 |
| Total estimado | | | | $ 1.144,50 |

# X. CONCLUSIONES

El proyecto presenta una solución novedosa para la gestión eficiente de parqueaderos por medio de la integración de tecnología RFID, sensores y una aplicación móvil. Se espera reducir los tiempos de búsqueda de espacios, incrementar la seguridad en el acceso vehicular y facilitar la toma de decisiones mediante el análisis de datos en tiempo real. Los avances alcanzados destacan el potencial del sistema para optimizar la operatividad de los parqueaderos y mejorar significativamente la experiencia de los usuarios.

La implementación del presente prototipo a escala permitió alcanzar resultados significativos que responden directamente a los objetivos específicos planteados. Con respecto al primer objetivo, la ejecución del sistema de control de acceso vehicular mediante tecnología RFID demostró ser viable a través de la integración exitosa de lectores RFID y el sistema de control, como se evidencia en la interfaz desarrollada y las pruebas realizadas con los vehículos a escala, permitiendo automatizar el proceso de identificación y registro.

En cuanto al segundo objetivo, el desarrollo de la base de datos SQL, visualizada a través de phpMyAdmin, demostró su efectividad para la gestión de la información, permitiendo almacenar y procesar en tiempo real los datos de acceso vehicular como nombres, placas, modelos y estados de los usuarios. La interfaz de control desarrollada facilitó la visualización de plazas disponibles y el monitoreo del estado de conexión del sistema, cumpliendo así con los requerimientos de gestión y visualización planteados.

Respecto al tercer objetivo, las pruebas realizadas con el prototipo a escala, que incluye la maqueta del parqueadero con sus respectivas barreras de acceso y sensores RFID, validaron la funcionalidad del sistema para controlar el flujo vehicular. Los resultados obtenidos en el entorno controlado sugieren que la implementación de este sistema a escala real podría contribuir significativamente a la disminución del congestionamiento vehicular en instalaciones de estacionamiento en la entrada entre un 71 % a 80 % y en la salida entre un 72 % a 81,8 %.

En conclusión, el prototipo desarrollado no solo cumplió con los objetivos específicos planteados inicialmente, sino que también demostró ser una base sólida para futuras implementaciones a escala real. La integración de tecnología RFID, base de datos SQL y la interfaz de control probó ser una salida práctica y efectiva para la gestión automatizada de parqueaderos.

# XI. RECOMENDACIONES

Se recomienda mejorar la interfaz de la aplicación móvil, incorporando funcionalidades adicionales como la reserva de espacios en tiempo real, el pago de estacionamiento a través de la aplicación, y el uso de mapas interactivos del parqueadero.

Se propone incluir algoritmos de inteligencia artificial para mejorar la gestión del tráfico vehicular dentro del parqueadero, como la optimización dinámica de rutas dentro del mismo en función de la disponibilidad de espacios y la ubicación de vehículos.

Se sugiere explorar soluciones adicionales de seguridad, como el reconocimiento facial para complementar la autenticación RFID, lo que añade una capa extra de seguridad en el control de acceso vehicular, especialmente en ambientes con alta circulación.

Se invita a optimizar la base de datos, con la posibilidad de añadir funcionalidades como el análisis de los datos recopilados (por ejemplo, la ocupación promedio de espacios, los patrones de acceso más comunes, etc.) para generar reportes y mejorar la gestión de los parqueaderos.

Se recomienda la implementación de sensores en las plumas en las entradas y salidas del parqueadero, como alternativa a los sensores ultrasónicos en cada plaza de estacionamiento. Este enfoque permite gestionar de manera eficiente la ocupación de los espacios disponibles mediante el registro de vehículos que ingresan y salen, actualizando la base de datos de forma continua y en tiempo real. Utilizando tecnologías como RFID o sensores de proximidad en los mecanismos de acceso, se garantiza una sincronización precisa con la aplicación móvil, reflejando de manera exacta la disponibilidad de los espacios sin incurrir en los costos y mantenimiento asociados a la instalación de sensores en cada ubicación individual. Este modelo no solo optimiza los recursos, sino que también proporciona una solución escalable y de fácil implementación para diferentes tamaños de parqueaderos.

## REFERENCIAS


[1] P. Mendoza y C. Villacis, *Análisis y solución al congestionamiento vehicular en horas pico utilizando una aplicación móvil con GPS*, Accedido: 20-08-2024, 2014. dirección: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6505.

[2] A. Varshney, M. Dakshayini, H. Gururaj e Y.-C. Hu, *Synchronization and implementation of real-time traffic signal optimization regulator*, Accedido: 20-08-2024, 2024. dirección: https://bibliotecas.ups.edu.ec:2582/10.1007/s11042-024-18956-9.

[3] Juan Carpio and Iván Mejía, *Estudio de tráfico y soluciones al congestionamiento vehicular (intersección Av. 24 de Mayo y Av. Gapal).* Accedido: 20-08-2024, 2023. dirección: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25421.

[4] A. IoT, *Tecnología RFID: Qué es, cómo funciona y sus aplicaciones*, Accedido: 30-11-2024, 2024. dirección: https://alfaiot.com/iot/tecnologia-rfid/.

[5] Adnid, *¿Qué es RFID y cómo funciona? Todo lo que necesitas saber*, Accedido: 30-12-2024, 2024. dirección: https://adnid.com/blog/que-es-rfid-y-como-funciona-todo-lo-que-necesitas-saber/.

[6] A. del Artículo, *¿Qué es el RFID?* https://controldeactivosfijos.com.mx/destacados/optimizacion-del-control-de-activos/que-es-el-rfid/, Accedido: 08-02-2025, Año de publicación.

[7] Tecnipesa, *Aplicaciones de la tecnología RFID: ¿para qué sirve?* https://www.tecnipesa.com/blog/122-aplicaciones-de-la-tecnologia-rfid-para-que-sirve, Accedido: 08-02-2025, 2023. dirección: https://www.tecnipesa.com/blog/122-aplicaciones-de-la-tecnologia-rfid-para-que-sirve.

[8] IBM, *Structured Query Language*, Accedido: 15-02-2025, 2023. dirección: https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/structured-query-language.

[9] Datensen, *SQL Database Creator*, Accedido: 15-02-2025, 2023. dirección: https://www.datensen.com/blog/er-diagram/sql-database-creator.html.

[10] Hostname, «¿Qué es phpMyAdmin?,» 2021, Accedido: 13-01-2025. dirección: https://www.hn.cl/blog/que-es-phpmyadmin/.

[11] ServBay, «Cómo usar phpMyAdmin para gestionar bases de datos,» 2025, Accedido: 12-01-2025. dirección: https://support.servbay.com/es/database-management/management/using-phpmyadmin-to-manage-database.

[12] A. Moreno Muñoz y S. Córcoles Córcoles, *Arduino: curso completo*. Grupo Editorial RA-MA, 2018, Accedido: 22-12-2024. dirección: https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/ereader/bibliotecaups/106517?page=62..

[13] Arduino, *Arduino Mega 2560 Rev3*, Accedido: 29-12-2024, Arduino, 2023. dirección: https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3.

[14] K. Technologies, *Understanding the Wiegand RFID Reader with Arduino*, https://www.kingtoptec.com/es/handheld-computers/understanding-the-wiegand-rfid-reader-with-arduino, Accedido: 27-01-2025, 2023. dirección: https://www.kingtoptec.com/es/handheld-computers/understanding-the-wiegand-rfid-reader-with-arduino.

[15] S4A-Access, *Access Controller Dynamic QR Code Reader with Wiegand Output*, Accedido: 28-12-2024, S4A-Access, 2023. dirección: https://es.s4a-access.com/access-controller-dynamic-qr-code-reader-with-wiegand-output_p703.html.

[16] Goldbridge, *High-quality Wiegand TCP/IP Interface 2-Door Access Control Board*, https://www.goldbridgesz.com/es/products/High-quality-Wiegand-TCPIP-interface-2-door-access-control-board.html, Accedido: 29-01-2025, 2023. dirección: https://www.goldbridgesz.com/es/products/High-quality-Wiegand-TCPIP-interface-2-door-access-control-board.html.

[17] Udohow, *Webserver Wiegand 4 Door Access Controller Board DH-7004*, Accedido: 29-12-2024, Udohow, 2023. dirección: https://www.udohow.com/es/products/Webserver-Wiegand-4-Door-Access-Controller-Board-DH-7004.html.

[18] Novatronic, *HC-SR04 Sensor Ultrasónico*, Accedido: 16-02-2025, 2023. dirección: https://novatronicec.com/index.php/product/hcsr04-sensor-ultrasonico/.

[19] Steren, *Sensor Ultrasónico*, Accedido: 19-12-2024, Steren, 2023. dirección: https://www.steren.com.ec/sensor-ultrasonico.html.

[20] P. N. Korde y P. P. Bedekar, «Optimal overcurrent relay coordination in distribution system using nonlinear programming method,» en *2016 International Conference on Electrical Power and Energy Systems (ICEPES)*, Accedido: 23-01-2025, IEEE, 2016, págs. 372-376. dirección: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7915960.

[21] C. Tecnología, *Módulo Relé 5-24V 10A 1/8 Canales*, Accedido: 16-02-2025, 2023. dirección: https://cdtechnologia.net/reles/2719-865-modulo-rele-5-24v-10a-1-8-canales-0002719.html.

[22] Mactrónica, *Módulo Relé de 4 Canales*, Accedido: 16-02-2025, 2023. dirección: https://www.mactronica.com.co/modulo-rele-de-4-canales.

[23] SpringRC, *SpringRC SM-S2309S Micro Analog Servo 9.9g*, Accedido: 23-12-2024, 2023. dirección: https://www.bananarobotics.com/shop/SpringRC-SM-S2309S-Micro-Analog-Servo-9.9g.

[24] Alhekmh, *Micro Servo Motor SM-S2309S 1.2 kg/cm 180°*, Accedido: 29-12-2024, Alhekmh, 2023. dirección: https://alhekmh.com/sm-s2309s-micro-analog-servo-motor-1-2-kg-cm-180/.

[25] Uelectronics, *Fuente conmutada 12V 3A*, https://uelectronics.com/producto/fuente-conmutada-12v-3a/, Accedido: 29-01-2025, 2023. dirección: https://uelectronics.com/producto/fuente-conmutada-12v-3a/.

[26] M. Distribuciones, *Fuente de Alimentación LED 12V 25W 2A*, Accedido: 29-12-2024, MRTC Distribuciones, 2023. dirección: https://www.mrtcdistribuciones.com.ar/MLA-1363482333-fuente-alimentacion-led-trafo-12v-25w-2a-ip20-candil-_JM.

[27] K. Silberschatz, H. Korth y S. Sudarshan, «Recovery system,» *Database System Concepts, 7th ed.; McGraw-Hill Education: New York, NY, USA*, págs. 907-957, 2020, Accedido: 11-11-2024. dirección: http://docenti.ing.unipi.it/c.bernardeschi/didattica/Anno-2017-18/part7_2016.pdf.

[28] C. Global, *Barreras para un mejor control de acceso vehicular*, Accedido: 15-02-2025, 2022. dirección: https://www.casmarglobal.com/es/blog/post/barreras-para-un-mejor-control-de-acceso-vehicular.

[29] R. V. ARDILA GARCÍA y A. J. ALDAZ FERNÁNDEZ, «SISTEMA INFORMÁTICO WEB Y MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE CITAS Y TECNOASISTENCIA DE VEHÍCULOS PARA FISUM SA,» Accedido: 10-11-2024, B.S. thesis, Quito, 2019. dirección: https://www.revistaespacios.com/a19v40n37/19403717.html.

[30] H. J. Poma Rodriguez, «Diseño de un estacionamiento inteligente con internet de las cosas (IOT) para la gestión del parqueo vehicular del casino Atlantic City Lima 2021,» 2021, Accedido: 09-11-2024. dirección: https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91319.

[31] E. Telégrafo, *¿Qué aplicaciones de movilidad funcionan en Ecuador?* Accedido: 04-11-2024, 2023. dirección: https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/actualidad/44/que-aplicaciones-de-movilidad-funcionan-en-ecuador.

[32] M. P. M. Santamaria, C. A. S. Valle y M. F. P. Santamaria, «Propuesta de estrategia de intervención relacionada con la movilidad urbana sostenible en el centro de comercio de Guayaquil-Ecuador y ordenación del transporte público,» *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, vol. 5, n.º 10, págs. 668-688, 2020, Accedido: 02-11-2024. dirección: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7659420.

[33] R. G. Pomboza Granizo y K. A. Monar Yanez, «Aplicación web con servicio de SMS, para el control de ingreso y salida de vehículos, en la empresa pública municipal Mercado de Productores "San Pedro de Riobamba", utilizando la tecnología RFID,» Accedido: 01-11-2024, B.S. thesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo, 2022. dirección: http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9172.

[34] P. Chanaluisa, M. Gabriela, T. A. Romero Toapanta y J. E. Moreta Changoluiza, «Implementación de un sistema de acceso y registro vehicular en el parqueadero del Colegio Nacional Experimental "Salcedo" empleando la tecnología RFID,» 2020, Accedido: 20-10-2024. dirección: https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24678.

[35] L. M. Forero Contreras et al., «Eficiencia y optimización de las funciones operativas de los guardas de seguridad de conjuntos residenciales a través de soluciones tecnológicas,» 2021, Accedido: 24-10-2024. dirección: http://hdl.handle.net/10654/40605.

[36] E. México, *Control de Acceso Vehicular RFID*, https://easmx.com/rfid/sistemas-con-tecnologia-rfid/control-de-acceso-vehicular-rfid/, Accedido: 08-02-2025, 2023. dirección: https://easmx.com/rfid/sistemas-con-tecnologia-rfid/control-de-acceso-vehicular-rfid/.

[37] M. G. MAGARISCA QUIMIS, «ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO CON TECNOLOGÍA RFID PARA LA CONTRIBUCIÓN DE LA SEGURIDAD DEL LABORA-

TORIO DE SIMULACIÓN DE LA CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ,» Accedido: 08-11-2024, B.S. thesis, Jipijapa. UNESUM, 2020. dirección: https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2254.

[38] M. J. Guete Arrieta, I. A. Barake Carreño et al., «Diseño y simulación de sistema de control de disponibilidad para parqueaderos de usuarios recurrentes,» 2023, Accedido: 11-11-2024. dirección: https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/11823.

[39] T. Master, *Producto Detallado en Tienda Master*, Accedido: 11-11-2024, 2023. dirección: https://shop.tiendamaster.com.mx/product/detail?id=7829.

# XII. ANEXOS

## *XII-A. Anexo 2 Código de Arduino*

```
  #include ¡NewPing.h¿
#include ¡Servo.h¿
#define SONAR_NUM 9 // Número de sensores
#define MAX_DISTANCE 200 // Distancia máxima en cm
#define PING_INTERVAL 33 // Intervalo entre pings en ms
unsigned long pingTimer[SONAR_NUM]; // Tiempos para el siguiente ping
unsigned int cm[SONAR_NUM]; // Almacena las distancias
uint8_t currentSensor = 0; // Sensor activo
int occupiedCount = 0;
unsigned long previousMillis = 0; // Variable para almacenar el tiempo
bool movingToFinal = false;
NewPing sonar[SONAR_NUM] = { // Arreglo de objetos para sensores
NewPing(22, 23, MAX_DISTANCE),
NewPing(24, 25, MAX_DISTANCE),
NewPing(26, 27, MAX_DISTANCE),
NewPing(28, 29, MAX_DISTANCE),
NewPing(30, 31, MAX_DISTANCE),
NewPing(32, 33, MAX_DISTANCE),
NewPing(34, 35, MAX_DISTANCE),
NewPing(36, 37, MAX_DISTANCE),
NewPing(38, 39, MAX_DISTANCE),
};
const int ledPins[SONAR_NUM] = {44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52}; // Pines para LEDs
const int pulsePinServo8 = 10; // Pin para el pulso que controla el servo del pin 8
const int pulsePinServo6 = 12; // Pin para el pulso que controla el servo del pin 6
const int servoPin8 = 8; // Pin del primer servo
const int servoPin6 = 6; // Pin del segundo servo
Servo servo8; // Objeto para el servo del pin 8
Servo servo6; // Objeto para el servo del pin 6
void setup() {
Serial.begin(115200);
pingTimer[0] = millis() + 75; // Primer ping a los 75ms
for (uint8_t i = 1; i ¡SONAR_NUM; i++)
pingTimer[i] = pingTimer[i - 1] + PING_INTERVAL;
// Configura los pines de los LEDs como salida
for (uint8_t i = 0; i ¡SONAR_NUM; i++) {
pinMode(ledPins[i], OUTPUT);
digitalWrite(ledPins[i], LOW); // Apaga los LEDs inicialmente
}
// Configura los pines para los pulsos
pinMode(pulsePinServo8, INPUT);
pinMode(pulsePinServo6, INPUT);
// Configura los servos
servo8.attach(servoPin8);
servo8.write(0);
servo6.attach(servoPin6);
servo6.write(180);
```

```
}
void loop()
for (uint8_t i = 0; i ¡SONAR_NUM; i++) {
if (millis() ¿= pingTimer[i])
pingTimer[i] += PING_INTERVAL * SONAR_NUM;
if (i == 0  currentSensor == SONAR_NUM - 1)
oneSensorCycle();
sonar[currentSensor].timer_stop();
currentSensor = i;
cm[currentSensor] = 0;
sonar[currentSensor].ping_timer(echoCheck);
}
}
if (digitalRead(pulsePinServo8) == HIGH) {
if (occupiedCount ¡9) {
servo8.write(90);
}
} else {
servo8.write(0);
}
if (digitalRead(pulsePinServo6) == HIGH) {
servo6.write(90);
} else {
servo6.write(180);
}
}
void echoCheck() { // Si se recibe el ping, guarda la distancia
if (sonar[currentSensor].check_timer())
cm[currentSensor] = sonar[currentSensor].ping_result / US_ROUNDTRIP_CM;
}
void oneSensorCycle() { // Ciclo completo de sensores
occupiedCount = 0;
for (uint8_t i = 0; i ¡SONAR_NUM; i++) {
// Serial.print(”Sensor ”);
// Serial.print(i);
// Serial.print(- ”);
// Serial.print(cm[i]);
// Serial.print(çm ”);
// Control de LEDs
if (cm[i] ¡= 9  cm[i] ¿0) { // Si la distancia es ¡= 9 cm y válida
digitalWrite(ledPins[i], HIGH);
occupiedCount++;
} else {
digitalWrite(ledPins[i], LOW); // Apaga el LED
}
}
Serial.println(occupiedCount);
}
```

*XII-B. Anexo 3 Código de APP*

¡PropertyGroup¿
¡TargetFrameworks¿net9.0-android;net9.0-ios;net9.0-maccatalyst¡/TargetFrameworks¿
¡TargetFrameworks
¡!– ¡TargetFrameworks¿$(TargetFrameworks); net9{,}0 - tizen < /TargetFrameworks > -- >$

¡!– Note for MacCatalyst:
The default runtime is maccatalyst-x64, except in Release config, in which case the default is maccatalyst-x64;maccatalyst-arm64.
When specifying both architectures, use the plural ¡RuntimeIdentifiers¿instead of the singular ¡RuntimeIdentifier¿.
The Mac App Store will NOT accept apps with ONLY maccatalyst-arm64 indicated;
either BOTH runtimes must be indicated or ONLY macatalyst-x64. –¿
¡!– For example: ¡RuntimeIdentifiers¿maccatalyst-x64;maccatalyst-arm64¡/RuntimeIdentifiers¿–¿

¡OutputType¿Exe¡/OutputType¿
¡RootNamespace¿PROYECTO$_PARQUEOS_IOT < /RootNamespace >$
$< UseMaui > true < /UseMaui >$
$< SingleProject > true < /SingleProject >$
$< ImplicitUsings > enable < /ImplicitUsings >$
$< Nullable > enable < /Nullable >$

¡!– Display name –¿
¡ApplicationTitle¿PROYECTO PARQUEOS IOT¡/ApplicationTitle¿

¡!– App Identifier –¿
¡ApplicationId¿com.companyname.proyectoparqueosiot¡/ApplicationId¿
¡!– Versions –¿
¡ApplicationDisplayVersion¿1.0¡/ApplicationDisplayVersion¿
¡ApplicationVersion¿1¡/ApplicationVersion¿
¡!– To develop, package, and publish an app to the Microsoft Store, see: https://aka.ms/MauiTemplateUnpackaged –¿
¡WindowsPackageType¿None¡/WindowsPackageType¿
¡SupportedOSPlatformVersion Condition="([$MSBuild$] :: $GetTargetPlatformIdentifier$('(TargetFramework)')) == 'ios'»15.0¡/SupportedOSPlatformVersion¿
¡SupportedOSPlatformVersion Condition="([$MSBuild$] :: $GetTargetPlatformIdentifier$('(TargetFramework)')) == 'maccatalyst'»15.0¡/SupportedOSPlatformVersion¿
¡SupportedOSPlatformVersion Condition="([$MSBuild$] :: $GetTargetPlatformIdentifier$('(TargetFramework)')) == 'android'»21.0¡/SupportedOSPlatformVersion¿
¡SupportedOSPlatformVersion Condition="([$MSBuild$] :: $GetTargetPlatformIdentifier$('(TargetFramework)')) == 'windows'»10.0.17763.0¡/SupportedOSPlatformVersion¿
¡TargetPlatformMinVersion Condition="([$MSBuild$] :: $GetTargetPlatformIdentifier$('(TargetFramework)')) == 'windows'»10.0.17763.0¡/TargetPlatformMinVersion¿
¡SupportedOSPlatformVersion Condition="([$MSBuild$] :: $GetTargetPlatformIdentifier$('(TargetFramework)')) == 'tizen'»6.5¡/SupportedOSPlatformVersion¿
¡/PropertyGroup¿
¡AndroidUseAapt2¿True¡/AndroidUseAapt2¿
¡AndroidCreatePackagePerAbi¿False¡/AndroidCreatePackagePerAbi¿
¡AndroidPackageFormat¿apk¡/AndroidPackageFormat¿
¡/PropertyGroup¿

¡AndroidPackageFormat¿apk¡/AndroidPackageFormat¿
¡/PropertyGroup¿
¡ItemGroup¿
¡!– App Icon –¿
¡MauiIcon Include=Resources.svg”ForegroundFile=Resources.svgÇolor=”512BD4/¿
¡!– Splash Screen –¿¡MauiSplashScreen Include=Resources.svgÇolor=”512BD4”BaseSize=”128,128/¿
¡!– Images –¿¡MauiImage Include=Resources/¿¡MauiImage Update=Resources$_b ot.png” Resize = ”True” BaseSize = ”300, 185”/ >
<! − −CustomFonts − − >
< MauiFontInclude = ”Resources”/ >
<! − −RawAssets(alsoremovethe”Resources”prefix) − − >
< MauiAssetInclude = ”Resources ∗ ”LogicalName = ” %(RecursiveDir) < /ItemGroup >
< ItemGroup >
< PackageReferenceInclude = ”M2Mqtt”Version = ”4,3,0”/ >
< PackageReferenceInclude = ”Microsoft.Maui.Controls”Version = ”(MauiVersion)/¿
¡PackageReference Include=”Microsoft.Extensions.Logging.Debug”Version=”9.0.0/¿
¡PackageReference Include=”MQTTnet”Version=”4.3.2.930/¿
¡PackageReference Include=”MySqlConnector”Version=”2.4.0/¿
¡/ItemGroup¿
¡/Project¿

*XII-C. Anexo 4 Código De La Base Datos*

¡?xml version=”1.0.[en]coding=ütf-8¿¿
¡xs:schema id=”ParqueosDataSet”targetNamespace=”http://tempuri.org/ParqueosDataSet.xsd”xmlns:mstns=
”http://tempuri.org/Parqueos
DataSet.xsd”xmlns=”http://tempuri.org/ParqueosDataSet.xsd”xmlns:xs=”http://www.w3.org/2001/XMLSchema”
xmlns:msdata=ürn:schemas
-microsoft-com:xml-msdata”xmlns:msprop=ürn:schemas-microsoft-com:xml-msprop.[a]ttributeFormDefault=
”qualified.[el]ementFormDefault=”qualified»
¡xs:annotation¿
¡xs:appinfo source=ürn:schemas-microsoft-com:xml-msdatasource»
¡DataSource DefaultConnectionIndex=”0”FunctionsComponentName=”QueriesTableAdapter”

¡Parameter AllowDbNull=”true.[A]utogeneratedName= DataSourceName= DbType=”String”
ÇEDULA”Precision=”0”ProviderType=”LongVarWChar”Scale=”0”Size=”0”SourceColumn=ÇEDULA”
¡Parameter AllowDbNull=”true.[A]utogeneratedName= DataSourceName= DbType=”String”

.[o]riginal$_PLAZAS_DISPONIBLES”Precision = ”0”ProviderType = ”VarWChar”Scale = ”0”Size =
”0”SourceColumn =
”false”SourceVersion = ”Original”/ >
< ParameterAllowDbNull = ”true”AutogeneratedName = ””DataSourceName
”IsNull$_F$ECHA”Precision = ”0”ProviderType = ”Integer”Scale = ”0”Size = ”0”SourceColumn =
”FECHA”/ >
< ParameterAllowDbNull = ”true”AutogeneratedName = ””DataSourceName
”Original$_F$ECHA”Precision = ”0”ProviderType = ”VarWChar”Scale = ”0”Size = ”0”SourceColumn
< /Parameters >
< /DbCommand >
< /DeleteCommand >
< InsertCommand >
< DbCommandCommandType = ”Text”ModifiedByUser = ”false” >

Global
GlobalSection(SolutionConfigurationPlatforms) = preSolution
Debug—Any CPU = Debug—Any CPU
Release—Any CPU = Release—Any CPU
EndGlobalSection
GlobalSection(ProjectConfigurationPlatforms) = postSolution
049C2AF2-C57B-4E97-9374-36BE945F9267.Debug—Any CPU.ActiveCfg = Debug—Any CPU
049C2AF2-C57B-4E97-9374-36BE945F9267.Debug—Any CPU.Build.0 = Debug—Any CPU
049C2AF2-C57B-4E97-9374-36BE945F9267.Debug—Any CPU.Deploy.0 = Debug—Any CPU
049C2AF2-C57B-4E97-9374-36BE945F9267.Release—Any CPU.ActiveCfg = Release—Any CPU
049C2AF2-C57B-4E97-9374-36BE945F9267.Release—Any CPU.Build.0 = Release—Any CPU
EndGlobalSection
GlobalSection(SolutionProperties) = preSolution
HideSolutionNode = FALSE
EndGlobalSection
EndGlobal
.[o]riginal$_PLAZAS_DISPONIBLES”Precision = ”0”ProviderType = ”VarWChar”Scale = ”0”Size =
”0”SourceColumn =
”false”SourceVersion = ”Original”/ >

$< ParameterAllowDbNull = "true" AutogeneratedName = "" DataSourceName$
$"IsNull_FECHA" Precision = "0" ProviderType = "Integer" Scale = "0" Size = "0" SourceColumn =$
$"FECHA" / >$
$< ParameterAllowDbNull = "true" AutogeneratedName = "" DataSourceName$
$"Original_FECHA" Precision = "0" ProviderType = "VarWChar" Scale = "0" Size = "0" SourceColumn$
$< /Parameters >$
$< /DbCommand >$
$< /DeleteCommand >$
$< InsertCommand >$
$< DbCommandCommandType = "Text" ModifiedByUser = "false" >$

$"PLAZA_OCUPADA" Precision = "0" ProviderType = "VarWChar" Scale = "0" Size = "0" SourceColumn =$
$"PLAZA_OCUPADA"$
$< ParameterAllowDbNull = "true" AutogeneratedName = "" DataSourceName = "" DbType = "String"$
$"NUM_PLAZAS" Precision = "0" ProviderType = "VarWChar" Scale = "0" Size = "0" SourceColumn =$
$"NUM_PLAZAS"$
$< /xs : unique >$
$< /xs : element >$
$< /xs : schema >$

.º$\text{riginal}_PLAZAS_DISPONIBLES" Precision = "0" ProviderType = "VarWChar" Scale = "0" Size =$
$"0" SourceColumn =$
$"false" SourceVersion = "Original" / >$
$< ParameterAllowDbNull = "true" AutogeneratedName = "" DataSourceName$
$"IsNull_FECHA" Precision = "0" ProviderType = "Integer" Scale = "0" Size = "0" SourceColumn =$
$"FECHA" / >$
$< ParameterAllowDbNull = "true" AutogeneratedName = "" DataSourceName$
$"Original_FECHA" Precision = "0" ProviderType = "VarWChar" Scale = "0" Size = "0" SourceColumn$
$< /Parameters >$
$< /DbCommand >$
$< /DeleteCommand >$
$< InsertCommand >$
$< DbCommandCommandType = "Text" ModifiedByUser = "false" >$