



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL ESCUELA DE POSTGRADOS

MAESTRÍA EN TELEMÁTICA,

MENCIÓN: CALIDAD EN EL SERVICIO

(Aprobado por: RPC-SO-19-No.300-2016-CES)

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE MAGISTER

Título:
RED DE ASIGNACIÓN AUTOMÁTICA DE PARQUEADEROS EN EL EDIFICIO DE TELEFÓNICA MOVISTAR – QUITO
Autor/a:
Oscar Andrés Piedra Chillagana
Tutor/a:
Javier Guaña Moya Ph. D.

Quito-Ecuador

2018

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a mi familia, quienes siempre con sus cuidados y preocupaciones han estado brindándome su apoyo incondicional. Seguramente las derrotas y caídas han sido numerosas pero su apoyo y el manto celestial de mi Dios me han permitido siempre levantarme, a ellos dedico esta nueva meta cumplida.

Agradecimiento

Donde mis fuerzas terminan, empiezan actuar las de mi Dios

Me permito agradecer en primer lugar a mi salvador que día tras día me da salud y sabiduría para poder emprender diferentes proyectos en mi vida. La gloria siempre para él. También quiero agradecer los cuidados y el apoyo de mi familia quienes me brindan la tranquilidad y paz necesaria para poder continuar labrando metas.

Índice

Dedicatoria.....	I
Agradecimiento	II
Índice	III
Índice de tablas	V
Índice de figuras	VI
Resumen	VIII
Palabras claves.....	VIII
Abstract.....	IX
Introducción.....	10
1. Presentación del proyecto.....	10
2. Situación problemática	11
3. Objetivos.....	12
Objetivo general	12
Objetivos específicos.....	12
4. Justificación	13
5. Objeto de estudio	14
6. Campo de investigación	14
Capítulo 1.	15
1.1. Sistemas autónomos.....	15
1.2. Infraestructuras físicas y lógicas de sistemas de asignaciones de parqueaderos ..	18
1.3. Normas políticas y estándares.....	21
1.4. Algoritmos	23
1.4.1. Modelos de algoritmos	24
1.5. Entornos de desarrollo	26
1.5.1. Sistemas de control de accesos.....	26
1.5.2. Bases de datos.....	30
1.5.3. Desarrollo de aplicativos web	31
Capítulo 2	33
2.1. Enfoque metodológico de investigación.....	33
2.2. Población, unidades de estudio y muestra	34
2.3. Métodos empíricos y técnicas empleadas para la recolección de la información.	35

2.4. Formas de procesamiento de la información obtenida de la aplicación de los métodos y técnicas	36
2.5. Metodología seleccionada.....	45
2.6. Herramientas y materiales utilizados	45
Capítulo 3.	47
3.1. Adaptabilidad de la infraestructura física	47
3.2. Descripción del diseño.....	48
3.3. Especificaciones de equipos	52
3.3.1. Paneles de accesos	52
3.3.2. Antenas RFID AY - U910.....	53
3.3.3. Lectoras de proximidad	55
3.3.4. Talanqueras.....	56
3.3.5. Switch cisco 48 puertos	57
3.3.6. Nucs y pantallas informativas	57
3.4. Diseño de algoritmo.....	57
3.5. Implementación de infraestructura lógica.....	71
3.6. Evaluación de resultados	82
Capítulo 4	90
4.1. Conclusiones.....	90
4.2. Recomendaciones	92
Referencias	93

Índice de tablas

Tabla 1. Comparación de software de acceso.....	28
Tabla 2. Lenguajes de programación.....	32
Tabla 3. Levantamiento de información de la pregunta 1	36
Tabla 4. Levantamiento de información de la pregunta 2	37
Tabla 5. Levantamiento de información de la pregunta 3	38
Tabla 6. Levantamiento de información de la pregunta 4	39
Tabla 7. Levantamiento de información de la pregunta 5	40
Tabla 8. Levantamiento de información de la pregunta 6	41
Tabla 9. Levantamiento de información de la pregunta 7	42
Tabla 10. Levantamiento de información de la pregunta 8	43
Tabla 11. Levantamiento de información de la pregunta 9	44
Tabla 12. Características de antena RFID	53
Tabla 13. Especificaciones de las lectoras.....	56
Tabla 14. Distribución de puestos en los sub suelos	59
Tabla 15. Valores experimentales	82
Tabla 16. Tiempos promedio de ingreso	84
Tabla 17. Comparación de tiempos en horario relajado.....	86
Tabla 18. Tiempos de optimización en horario relajado	87
Tabla 19. Comparación de tiempos en horario cargado	87
Tabla 20. Tiempos de optimización en horario cargado	88
Tabla 21. Comparación de tiempos en horario retardado.....	89
Tabla 22. Tiempos de optimización en horario retardado	89

Índice de figuras

Figura 1. Arquitectura Híbrida de Control de Procesos	16
Figura 2. Infraestructura de entrada.....	20
Figura 3 Infraestructura de control	21
Figura 4 Cálculo de muestra de Población finita.....	34
Figura 5. Grado de utilidad de un parqueadero	36
Figura 6. Seguridad que brinda el parqueadero	37
Figura 7. Frecuencia de uso de un parqueadero	38
Figura 8. Frecuencia de uso mensual del parqueadero	39
Figura 9. Índices de tiempos de búsqueda de parqueadero	40
Figura 10. Parámetros de interés al momento de estacionar	41
Figura 11. Grado de conformidad del uso de parqueaderos	42
Figura 12. Interés en reducir el tiempo para parquear	43
Figura 13. Grado de aceptación de valores económicos adicionales	44
Figura 14. Área asignada para montaje de sistema automático de asignación de parqueaderos.....	47
Figura 15. Área de circulación vehicular.....	48
Figura 16. Área de acceso entre subsuelo 1 y subsuelo 2.....	48
Figura 17. Arquitectura del sistema de asignación de parqueaderos.....	49
Figura 18. Talanquera de acceso al parqueadero.....	50
Figura 19. Primera pantalla informativa.....	50
Figura 20. Envío de SMS al usuario específico	51
Figura 21 Segunda pantalla informativa con historial de últimos ingresos.....	51
Figura 22 Pantalla para monitoreo remoto con interfaz HMI	52
Figura 23. Paneles de control de accesos	53
Figura 24. Implementación de antenas RFID.....	54
Figura 25. Configuración de TAG con UHF.....	55
Figura 26. Lectoras de proximidad.....	55
Figura 27. Esquema de conexión de las barreras de acceso	56
Figura 28. Equipo de red (Switch POE CISCO)	57
Figura 29. Validaciones de ingreso - flujograma 1	61

Figura 30. Cumplimiento de franjas de ingreso - flujograma 2	62
Figura 31. Ingreso relajado - flujograma 3	64
Figura 32. Ingreso cargado - flujograma 4	68
Figura 33. Ingreso retardado - flujograma 5.....	70
Figura 34. Descripción de páginas de navegación	72
Figura 35. Página principal de acceso al sistema WEB	73
Figura 36. Ingreso y consultas de usuarios del sistema.....	74
Figura 37. Tipos de usuarios del sistema.....	74
Figura 38. Validaciones incorrectas	74
Figura 39. Estatus del parqueadero	75
Figura 40. Modificación del estatus de un puesto	76
Figura 41. Parámetros de configuración.....	76
Figura 42. Parámetros de configuración del algoritmo	77
Figura 43. Parámetros de configuración de la Base de Datos	78
Figura 44. Adicionar o suprimir espacios.....	78
Figura 45. Función de ingreso de usuario fijos	79
Figura 46. Registro de usuarios fijos	79
Figura 47. Pantalla de visualización en entrada	80
Figura 48. Consumo de servicio de salida vehicular	81
Figura 49. Histórico de asignación	81
Figura 50. Envío de SMS a dispositivos móviles.....	81

Resumen

El proyecto evidencia el diseño e implementación de una red automática de asignación de sitios de parqueadero. El proceso de diseño del sistema autónomo, en su primera fase contempla el análisis de los requerimientos básicos de operación, junto a un levantamiento estadístico de información, sobre las implicaciones de funcionamiento del sistema, sin la intervención de un proceso de automatización. Información necesaria para la posterior elaboración de un algoritmo particular, ajustado a la realidad de la empresa, que cumpla con los estándares mínimos de funcionamiento y calidad, requeridos por la misma.

La digitalización del algoritmo en un lenguaje de programación PHP, genera una herramienta que incluye el manejo de información de bases de datos SQL, comunicación con servidores del sistema de accesos Card Access, envío de mensajes SMS, mediante la plataforma de mensajería propia de la empresa Telefónica – Movistar, entre otros. Además, la implementación también contempla el control de todos los componentes de la infraestructura física del acceso vehicular a los parqueaderos, como son las talanqueras de ingreso y salida, lectoras RFID, lectoras de proximidad, entre otras.

Es así, como el sistema creado se considera de manera paralela, una fuente estadística para aprovechar al máximo los espacios disponibles y generar más ingresos económicos.

Palabras claves

SISTEMA AUTÓNOMO, ALGORITMO DE ASIGNACIÓN, DIGITALIZACIÓN, PLATAFORMA DE MENSAJERIA, RFID.

Abstract

The project evidences the design and implementation of an automatic network of allocation of parking spaces. The design process of the autonomous system, in its first phase, contemplates the analysis of the basic requirements of operation, together with a statistical survey of information, on the operating implications of the system, without the intervention of an automation process. Information necessary for the subsequent development of a particular algorithm, adjusted to the reality of the company that meets the minimum standards of operation and quality, required by it.

The digitalization of the algorithm in a PHP programming language generates a tool that includes information handling of SQL databases, communication with servers of the access system Card Access, and sending SMS messages, through the company's own messaging platform Telephone - Movistar, among others. In addition, the implementation also includes the control of all the components of the physical infrastructure of vehicular access to the parking lot, such as the entrance and exit barriers, RFID readers, and proximity readers, among others.

This is how the system created is considered in parallel, a statistical source to make the most of the available spaces and generate more income.

Keywords

AUTONOMOUS SYSTEM, ALGORITHM OF ASSIGNMENT, DIGITIZATION, MESSAGING PLATFORM, RFID

Introducción

1. Presentación del proyecto

Las mejoras en los procesos de producción, industrial, construcción, entre otros, en los últimos tiempos, han obligado a que las empresas tomen acciones correctivas para facilitar y mejorar la calidad de vida de los seres humanos, es así que priorizando el bienestar de los trabajadores de las empresas nacionales e internacionales, se ha analizado una problemática social, relacionada a la deficiente movilidad que se genera cuando los conductores llegan a las instalaciones y buscan un lugar de estacionamiento.

Por lo dicho, existen estadísticas que ilustran el desperdicio de tiempo asociado a esta causa, por ejemplo, en el Reino Unido, una persona promedio gasta 2.549 horas en busca de un lugar de estacionamiento durante su vida, cálculo que compara cuántas veces se pueden vaciar y llenar, por lo general, un lugar de estacionamiento. Otro ejemplo del desperdicio al que se ven sujetos los usuarios de vehículos, es el consumo innecesario de combustible y por consiguiente la emisión elevada de dióxido de carbono, sobre todo en áreas cerradas o con poca ventilación como son los parqueaderos.

Un estudio del Diario EL Comercio, evidencia que cada año en la ciudad de Quito se emiten aproximadamente 5,1 millones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, generados principalmente por los medios de transporte públicos y privados, estos datos contrarrestan con el crecimiento acelerado del parque automotor a nivel mundial y de manera particular en la ciudad de Quito, la situación preocupa y obliga a contribuir con acciones eficientes y drásticas, por lo que, una asignación automática de parqueaderos que reduzca el tiempo empleado por los usuarios en la búsqueda de un espacio libre, que minimice el uso de combustible por circulaciones innecesarias y dinamice el flujo de llegada se torna totalmente

necesario e imprescindible, enfocados principalmente en la idea de generar las condiciones laborales más óptimas para cada uno de los usuarios.

2. Situación problemática

Una enorme problemática social generada en espacios públicos destinados para el estacionamiento vehicular es la aglomeración en las entradas de los parqueaderos, así como también en los pasillos de circulación interna entre los diferentes pisos asignados para el estacionamiento. Si en este sentido y considerando circulaciones excesivas en espacios cerrados, por parte de los conductores en busca de un lugar libre de parqueo, se presenta una acumulación descomunal de dióxido de carbono, provocando daños en la salud de las personas expuestas a los altos índices de contaminación, como son: dificultades para respirar y visualizar, manchas en la piel, cansancio, dolores estomacales, entre otros.

Los trabajadores al no contar con un lugar de parqueadero único para su vehículo, están expuestos a que dos o más usuarios coincidan en un mismo espacio físico, generando una disputa por intentar ser el primero en llegar a un lugar libre o disponible. Esto provoca en los conductores un ambiente soporífero con lineamientos de competencia infructuosos, atentando contra las políticas internas de la empresa Telefónica, la cual intenta priorizar el bienestar para cada uno de sus empleados, generando los requerimientos y condiciones de funcionamiento mínimas para garantizar un adecuado desempeño laboral.

Es evidente entonces, que lo que se debe impedir es que los usuarios tengan desesperación por encontrar un lugar de parqueadero, evitándoles alteraciones emocionales, mal estar, estrés, etc.

Por lo tanto, un sistema de administración, gestión y asignación automática de parqueaderos que sea eficiente, se vuelve necesario para solventar los problemas causados, además de generar en los usuarios las mejores condiciones laborales acorde a los avances tecnológicos del momento.

3. Objetivos

Objetivo general

Desarrollar una red automática de parqueaderos en el edificio de Telefónica Movistar – Sede Quito, utilizando un algoritmo de asignación.

Objetivos específicos

- Realizar el estudio del arte de las normas, estándares, algoritmos e infraestructura de los sistemas de asignación de parqueaderos.
- Analizar la infraestructura de la red automática de asignación de parqueaderos y su adaptabilidad en las instalaciones del edificio de Telefónica – Movistar.
- Diseñar la arquitectura de hardware, el algoritmo y la herramienta digital para un sistema de gestión automática de parqueaderos.
- Implementar una red automática de parqueaderos que permita la administración, gestión y monitoreo del sistema de asignación.
- Evaluar la red de asignación, el desempeño de tiempos y la rentabilidad del sistema de parqueaderos.

4. Justificación

Las diferentes herramientas tecnológicas evidencian un adecuado uso cuando aportan soluciones, principalmente innovadoras, para los problemas que tienen los seres humanos o para hacer su vida más fácil y mejor. Muchos de estos avances han permitido cruzar barreras en el área de la automatización de procesos, pues sus beneficios son evidentes ya que se mejora las velocidades de ejecución, calidad de servicios y/o productos, pero sobre todo en la generación de competitividad pues los índices de error se tienden a reducir aun cuando se maneja mayor cantidad de información.

Conscientes de que en la actualidad el ritmo de vida de los seres humanos aumentado y cosas que antes tardaban para ser ejecutadas, ahora pueden tomar menos tiempo, obligan a la creación de sistemas o soportes automáticos. De ahí la importancia de contar con un asistente digital para distribuir de manera ordenada y precisa los espacios disponibles de un parqueadero, que sea capaz de reconocer que usuario desea ingresar a las instalaciones y analizar la disponibilidad de lugares, así como también, el cumplimiento de un algoritmo de asignación, para informar un lugar específico al cual dirigirse, evitando redundancia, repeticiones y en tiempos de respuesta cortos.

Los beneficios de implementar esta solución a través de una herramienta digital, es que se facilita la mantenibilidad, gestión y administración, además de permitir una distribución exacta de parqueaderos con un margen de error mínimo, relacionado a la cantidad de información o usuarios que se maneja diariamente. Adicional el sistema podrá generar otras prestaciones pues entregará reportes de asistencia del personal y los entes autorizados podrán acceder a esta información, generando así un respaldo adicional de asistencia muy útil para ámbitos estadísticos como por ejemplo para el departamento de recursos humanos.

La creación de un adecuado ambiente laboral para los trabajadores, sin duda es una motivación para que cada uno pueda desempeñar mejor sus funciones, de manera particular un sistema de optimización de tiempo para encontrar un lugar de parqueo sobre todo en las mañanas, permitirá a los empleados llegar con la puntualidad necesaria y si lo consideran necesario realizar actividades extra laborales previo a iniciar la jornada diaria de la mejor manera y sin contratiempos.

Finalmente, la evaluación de las implicaciones del funcionamiento del sistema, permitirá tener una percepción clara de los beneficios que genera a los usuarios, como el grado de satisfacción, incremento de disponibilidad de tiempo, entre otras. Estas pautas investigativas serán la base para realizar mejoras futuras en este sistema o para incursionar en la automatización de nuevos procesos.

5. Objeto de estudio

Se plantea el diseño de un sistema de asignación y distribución automática de parqueaderos, para que sea fácilmente adaptable a diferentes ambientes o lugares, sin embargo, esta primera incursión será implementada en las instalaciones de la empresa Telefónica – Movistar, ubicada en el edificio Eko Park Torre 2.

6. Campo de investigación

En el desarrollo de la aplicación se afianzarán la mayoría de los conceptos teóricos relacionados a la Automatización y Control de Procesos, necesarios para diseñar e implementar un sistema automático de asignación de parqueaderos, capaz de tomar decisiones de distribución para evitar encolamientos en las entradas y pasillos de circulación del parqueadero del nuevo edificio de Telefónica – Movistar sede Quito.

Capítulo 1.

1.1. Sistemas autónomos

La primera etapa que contempla el estudio del arte, permite determinar “cómo ha sido tratado el tema, cómo se encuentra al momento de realizar la propuesta investigativa y cuáles son las tendencias”, [1].

La automatización de procesos motivada principalmente por las innovaciones tecnológicas, busca en la actualidad sustituir las tareas, físicas y mentales asignadas a un operario, por sistemas y sentencias lógicas autónomas, generando como uno de los principales beneficios, el manejo de mayor cantidad de información con respuestas precisas y en tiempos pequeños.

Sin embargo, y a pesar de los adelantos progresivos en materia de automatización, no se ha podido en su totalidad, dejar de lado la intervención del ser humano. Por esta razón se mantienen en los métodos de automatización de procesos, las arquitecturas físicas y lógicas del tipo Híbridas, donde existe la presencia de un operario, pero que se ve limitado a cumplir funciones de vigilancia y supervisión para avalar adecuado funcionamiento de un sistema.

De ahí la importancia de generar las herramientas necesarias que faciliten y garanticen un trabajo complementario de calidad, para el monitoreo constante de las variables críticas, manipuladas, y controladas de un proceso, a través de componentes de visualización e interrelación como son paneles de membrana, paneles táctiles, displays, pantallas informativas, dispositivos móviles y muy comúnmente las interfaces gráficas, [2].

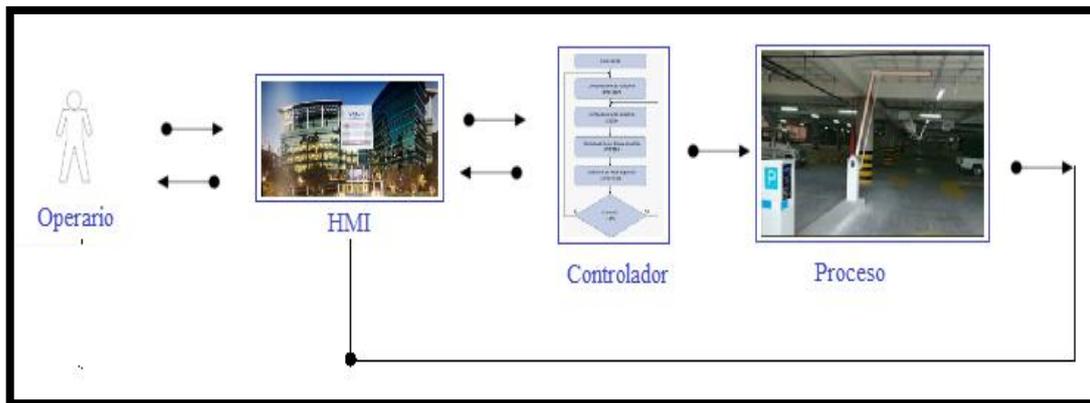


Figura 1. Arquitectura Híbrida de Control de Procesos

En la Figura 1, se muestra la arquitectura Híbrida de un proceso autónomo, sobre el cual un operario realiza tareas de supervisión a través de una interfaz humana máquina (HMI). Esta interfaz es un desarrollo especializado y masificado que puede ser considerado como un software de gestión, que permite interactuar al ser humano con el proceso, a través de modos gráficos, alfanuméricos, numéricos, entre otros, para tener respuestas históricas o en tiempo real, manejo de alarmas, configuración del sistema, gestión de accesos, modificación de parámetros de controladores o algoritmos, [3].

El control de un proceso se lo puede realizar a través del diseño e implementación de diferentes controladores, los cuales deberán a su vez interactuar con los componentes de la infraestructura física de un sistema. En este sentido es muy común la utilización de algoritmos, que posteriormente digitalizados permiten realizar un control para modificar y ajustar el comportamiento de un proceso.

La configuración de los parámetros es una función adicional que puede ser asignada a un operario autorizado, a través del HMI. Todas estas aportaciones han generado un rediseño en los perfiles de actividades y funciones asignados para los operarios, como por ejemplo el inicio o paro de procesos, modificación de parámetros, monitoreo de variables, entre otros.

Es evidente que esta línea investigativa ha permitido indagar y aplicar los conocimientos de la automatización de procesos en diferentes ramas, no solo industriales o de manufactura, sino también sociales, académicos, medicinales entre otros. Se citan algunos trabajos, por ejemplo, en el área de educación los autores [4], describen la creación de una interfaz digital para el uso de un laboratorio virtual y remoto, que permite a los estudiantes realizar prácticas de laboratorio y aplicar técnicas de control sobre una planta de circulación de fluidos, sin necesidad de coincidir físicamente entre el alumno y la planta.

La interfaz HMI permite que los alumnos puedan reservar sus turnos para trabajar en tiempo real pero adicionalmente y como previo requisito, los estudiantes deberán aprobar prácticas simuladas de la planta real a través de las funciones de transferencia, esto para garantizar el adecuado uso de la misma. La interfaz además permite a los docentes llevar un registro de utilización de la herramienta, facilitando la posterior evaluación de conocimientos. Sin duda esta solución dinamiza, descongestiona y ordena el uso de los laboratorios, garantizando además la afinación de los conceptos teóricos.

En el ámbito de la medicina las aplicaciones han sido aún mucho más notorias, a pesar de que una de las limitantes sean el gran costo económico que implican, partiendo desde la creación de asistentes digitales para la organización y agendamiento de citas de varios pacientes y llegando hasta el uso de robots en procesos quirúrgicos de invasión mínima, microcirugías, entre otros, [5].

Las automatizaciones de procesos de intervención social son considerados más llamativos y conocidos para los seres humanos, por el impacto y prestaciones que su inclusión genera en la ejecución de ciertas actividades cotidianas de las personas.

Los aplicativos que ayudan a gestionar y administrar de mejor manera los recursos económicos y de tiempo de las personas, estadísticamente son los más descargados y utilizados, por ejemplo para la visualización remota de los productos existentes y caducados en una nevera, masificación de domótica e inmótica, pero sobre todo aplicativos que ayudan a la movilidad y seguridad del conductor como son los global positioning system (GPS), indicadores de límites de velocidad diferenciando zonas de circulación, detección de calles con mayor afluencia vehicular e incluso sistemas de soporte para encontrar sitios de parqueo en estacionamientos públicos o privados de manera rápida y sin circulaciones excesivas.

1.2. Infraestructuras físicas y lógicas de sistemas de asignaciones de parqueaderos

El auge de la automatización de procesos de ingreso a parqueaderos se ha evidenciado en diferentes lugares como centros comerciales, hospitales, conjuntos habitacionales, edificios, etc. La variedad de las soluciones ha indagado áreas del procesamiento de imágenes, manejo de sensores, manejo de base de datos, incluso sistemas de adquisición de datos para obtener la retro alimentación del funcionamiento y estatus, del sistema.

Por lo dicho [6], describe un sistema que, mediante el procesamiento de imágenes, analiza la placa de un vehículo que desea hacer uso de las instalaciones. Su funcionamiento permite que a través de una cámara se capture la imagen con la información necesaria del vehículo y posteriormente se transforme en una cadena de caracteres, que puede ser comparada en una base de datos que contenga los perfiles de accesos necesarios para permitir o denegar un ingreso. El sistema implementado puede ser considerado una referencia para facilitar y descongestionar el ingreso de los vehículos, evitando el uso de tarjetas de proximidad para la identificación de los diferentes usuarios.

De la misma manera [7], describe un sistema de control de parqueaderos aplicado en un centro comercial, el cual implementa equipos de control al ingreso y salida vehicular. El sistema emite un ticket con datos referentes a la fecha y hora de ingreso adicional cuenta con un sistema cerrado de televisión como complemento para evidenciar el estado en el cual llega el automóvil. En el interior existen sensores de proximidad ubicados en altura para determinar si un espacio se encuentra o no ocupado, esto permite modificar un indicador led, para dar a conocer si se puede hacer uso o no del mismo, reduciendo y facilitando el tiempo que los usuarios utilizan para encontrar un espacio libre.

Continuando en la misma línea investigativa de automatización y gestión de parqueaderos [8], describe un sistema que implementa una herramienta digital para administrar, agilizar y gestionar de manera adecuada el uso de los parqueaderos, a través del envío constante de información referente al estatus de las instalaciones a diferentes dispositivos celulares, que previamente hayan sido configurados. El enfoque principal, de este sistema es generar datos estadísticos sobre la usanza de los espacios, para obtener mayores réditos económicos.

Con este sustento y ajustado a las necesidades de funcionamiento de un sistema autónomo de asignación de parqueaderos que sea adaptable a diferentes espacios físicos, se hace necesario describir un control en las entradas.

La Figura 2, evidencia la importancia de generar un flujo dinámico de ingreso y salida de vehículos, incluyendo para la identificación de los usuarios varios elementos y mecanismos que eviten la pérdida de tiempo innecesario para registrar al sistema un ingreso.

Es así que intentando dejar de lado el uso de tarjetas de proximidad al igual que el factor humano, se puede incluir un sistema de reconocimiento de ingreso a través de una

identificación por radiofrecuencia (RFID) o de cámaras con asistentes para el reconocimiento de placas, etc.

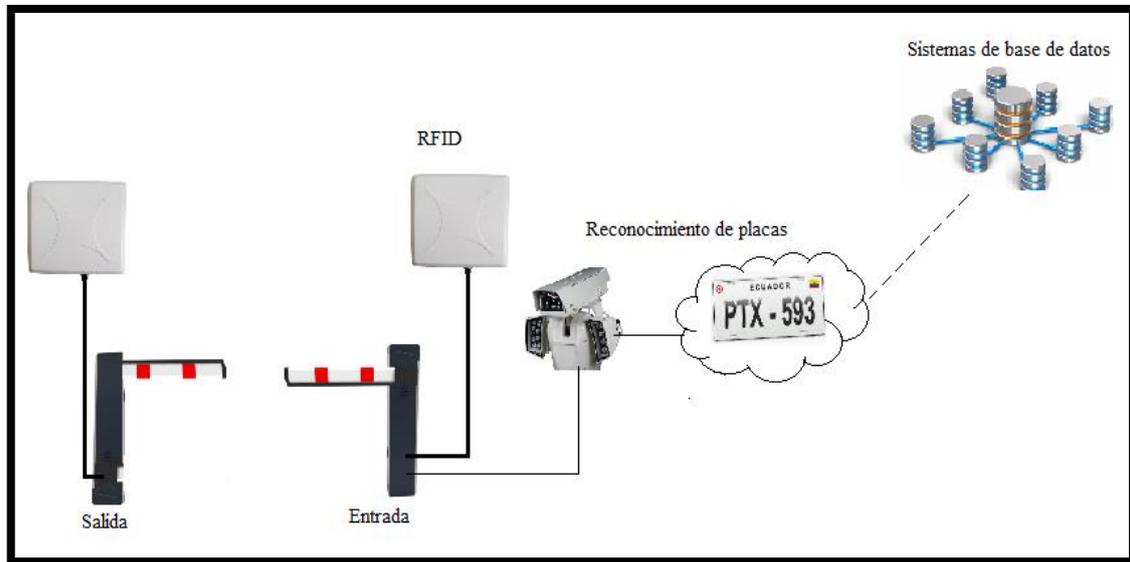


Figura 2. Infraestructura de entrada

La Figura 3, describe una posible infraestructura de control y retroalimentación de información, necesaria para garantizar el adecuado funcionamiento de un sistema automatizado de parqueaderos que mediante sensores que pueden ser de tipo ultra sónicos, ubicados a cierta distancia del piso, permite diferenciar si una zona está ocupada por un vehículo o no y directamente mediante indicadores luminosos conectados a estos sensores, se podría visualizar y encontrar un espacio libre de manera más rápida, sin necesidad de circulaciones innecesarias dentro de las instalaciones.

A su vez la adquisición de esta información con un posterior procesamiento de datos, podría alertar a los usuarios sobre el uso de las instalaciones, disponibilidad de puestos, alarmas, historial de errores, entre otros.

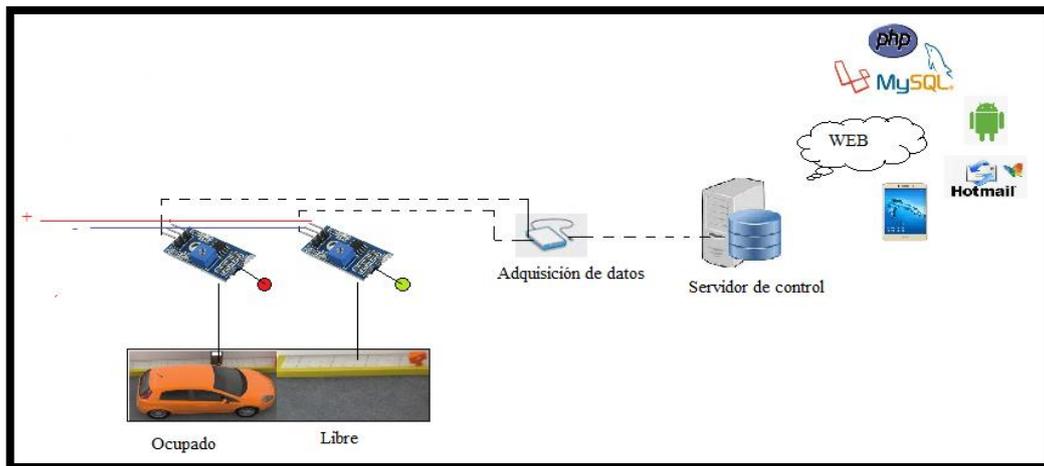


Figura 3 Infraestructura de control

1.3. Normas políticas y estándares

Existen normas, políticas y estándares laborales que las empresas públicas y privadas deben cumplir como entes empleadores, para garantizar la estabilidad, comodidad y seguridad de cada uno de los trabajadores. El Ecuador al estar suscrito a tratados y convenios internacionales, se ve obligado a que dentro de la legislación se cumplan no solo con normas nacionales, sino que también con internacionales.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT), que tiene estrecha relación con la Declaración Universal de los Derechos Humanos; describe la importancia del trabajo como el medio para la obtención de un sustento, el mejoramiento de la calidad de vida y la realización personal de cada ser humano. La OIT impulsa principalmente el trabajo decente, entendiéndose como trabajo decente a la actividad productiva que se realiza en condiciones de libertad, equidad, seguridad y dignidad humana.

Bajo ninguna circunstancia se permite que la actividad laboral no contenga las condiciones antes mencionadas; el estado ecuatoriano cuenta con la potestad de sancionar

toda actividad que violente los derechos de las personas, con especial observancia a los trabajadores quienes se consideran parte vulnerable, ya que están bajo subordinación.

Aplicando la normativa vigente en la legislación, la Constitución de la República del Ecuador, norma suprema dentro del ordenamiento jurídico, menciona en la sección tercera, sobre las formas de trabajo y su retribución, específicamente en el artículo 326, numeral 5 que: “5. Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”. En base a esto ninguna norma o ley puede omitir esta disposición constitucional, [9].

En este sentido el Código de Trabajo, desarrolla toda la normativa aplicable en las relaciones laborales, de igual manera se encuentra vigente la Ley de Contratación Pública. Ambos cuerpos legales contienen derechos y obligaciones, tanto de empleador y trabajador, y reglas generales aplicables en los diferentes casos. Es importante señalar que cuando exista una relación laboral donde interviene el estado en calidad de empleador, siempre se registrará esta relación en base a la Ley de Contratación Pública, mientras que cuando la relación sea entre particulares sean estas personas natural o jurídica, se registrarán a lo establecido por el Código de Trabajo.

El Código de Trabajo, establece en el artículo 42 las obligaciones correspondientes al empleador, que de manera general manifiesta que debe garantizar que el lugar de trabajo cuente con las medidas de seguridad necesarias, además de proveer de los implementos y materiales que se requieran para realizar una actividad laboral; por otra parte, también debe ocuparse de la alimentación de los trabajadores y facilitar el debido período de descanso semanal.

Es así que dando cumplimiento a las leyes y normas que rigen la Organización Internacional de Trabajo y los entes nacionales en el Ecuador, la empresa Telefónica – Movistar, elabora el artículo de Políticas de Seguridad y Salud en el trabajo, en mayo del 2014 por el presidente de la compañía y su grupo de colaboradores [10], donde se describe la importancia del adecuado manejo de recursos que la empresa destina para brindar bienestar a cada uno de los colaboradores. Evidenciando un enfoque de mejoramiento continuo de las condiciones laborales para cada trabajador, tomando incluso acciones proactivas, preventivas y correctivas, para evitar accidentes laborales, vigilantes de la integridad de la salud física y psicológica de cada colaborador que conforma la compañía.

Con la idea de generar condiciones laborales y ambientales de calidad, que cumplan todas las normativas antes mencionadas, la empresa Telefónica implementó y migró su centro de operaciones a nuevas instalaciones, las cuales han sido construidas bajo los parámetros que rige y establece la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 15) en todos sus capítulos, para así precautelar la vida sus ocupantes. Esto sin duda obliga a que el equipamiento del edificio esté acorde a las instalaciones, por esta razón y motivados por generar las prestancias necesarias se busca desarrollar un sistema de autónomo para el ingreso al parqueadero, a través de un algoritmo ajustable a las necesidades de funcionamiento de la empresa y dando cumplimiento a las normas de funcionamiento laborales nacionales e internacionales.

1.4. Algoritmos

Un algoritmo considerado como la secuencia ordenada de pasos, instrucciones, criterios, reglas, que permiten realizar una actividad específica de manera clara, precisa, eficiente y eficaz, distingue, un estado inicial, el cual, sometido a diferentes circunstancias o

alteraciones, toma decisiones dando cumplimiento a pasos sucesivos para llegar a un estado final o para dar solución a un problema, [11].

1.4.1. Modelos de algoritmos

La precisión de un algoritmo en el seguimiento ordenado de pasos finitos, permite obtener un mismo resultado las veces necesarias e innumerables que se aplique el algoritmo.

Según [12], las características del sistema de signos de un algoritmo permiten la clasificación, como:

- Algoritmo Cualitativo: Son aquellos en los que sus reglas o pasos se describen mediante palabras. Por ejemplo, una receta de cocina.
- Algoritmo Cuantitativo: Son aquellos en los se aplican operaciones numéricas para definir los pasos a seguir. Por ejemplo, el cálculo del área de una figura geométrica.
- Algoritmo Computacional: Son aquellos que pueden ser digitalizados e implementados en un computador. Por ejemplo, programas de cálculo de ecuaciones lineales.
- Algoritmo No Computacional: Son aquellos que su funcionamiento no depende de la implementación en un computador. Por ejemplo, instalación de cocinas de inducción a 220 V.

Mientras que según [13], las características según la función que realiza el algoritmo, permite la clasificación como:

- Algoritmo de Probabilístico: Son aquellos en los que no se precisa cual será la respuesta, en este grupo se distinguen; Numéricos (son soluciones aproximadas),

Montecarlo (su respuesta puede ser errónea o correcta), Las Vegas (todas sus respuestas son correctas, en caso de existir algún fallo, se notifica el evento).

- Algoritmo Cotidiano: Son aquellos algoritmos que responden a una secuencia de pasos que realizan las personas en su cotidianidad para realizar diferentes trabajos.
- Algoritmo Voraz: Son todos aquellos algoritmos que buscan obtener un resultado óptimo, eligiendo de varias opciones la mejor solución, en cada paso.
- Algoritmo Determinista: Son todos aquellos algoritmos predictivos, es necesario conocer sus entradas y la manera de proceder.
- Algoritmo Heurístico: Son todos aquellos algoritmos que, al no encontrar una solución por vías tradicionales, abandona algún objetivo, para llegar a una solución.
- Algoritmo Estático: Son todos aquellos algoritmos en los cuales su funcionamiento es igual y no depende del tipo de problema tratado.
- Algoritmo Adaptativo: Son todos aquellos algoritmos que tienen similitud con redes de aprendizaje, es decir que incorporan capacidades de enseñanza.
- Algoritmo Top Down: Son todos aquellos algoritmos que basan su funcionamiento en la división o descomposición por niveles sucesivos. El nivel superior tiene mayor complejidad que uno inferior para dar solución a un problema.

El diseño de un algoritmo real y robusto debe identificar y escoger el modelo a seguir o cumplir, sin embargo, como requisito fundamental para garantizar la veracidad, adaptabilidad y aplicabilidad, es el análisis a detalle del problema al cual se busca dar una

solución. Es decir, la complejidad del desarrollo dependerá de la cantidad de información que se obtenga del fenómeno estudiado, [14].

1.5. Entornos de desarrollo

1.5.1. Sistemas de control de accesos

Un sistema de control de accesos es utilizado principalmente para permitir o restringir el acceso a ciertas áreas de una instalación, su implementación contempla la utilización de elementos físicos y lógicos, los cuales se relacionan entre sí para generar un sistema de monitoreo y administración constante muchas de las veces en tiempo real. Su importancia radica en que se crean condiciones de seguridad y comodidad para los usuarios, sectorizando y limitando mediante perfiles de acceso, la libre circulación de personal.

Los componentes físicos pueden ser analizados en dos ramas:

- **Componentes de Entrada:** Los equipos de entrada de información son todos aquellos dispositivos que mediante comunicación de Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (TCP/IP), comunicaciones seriales (RS232, RS422, RS485), entre otros, envían información o datos, que se convierte en requerimientos de entrada, a un servidor.

Antiguamente era necesario que a un panel de accesos con los puertos de comunicación antes mencionados, se conecten los equipos de adquisición de datos como los biométricos, lectores faciales, lectores de tarjetas magnéticas, lectores RFID, entre otros, para su posterior decodificación y procesamiento de información, sin embargo en la actualidad la mayoría de estos periféricos cuentan con su propio puerto de comunicación y son conocidos como terminales

de control de acceso standalone, que de ser necesario pueden enviar información de monitoreo de eventos de forma directa sin la necesidad de un panel.

- Componentes de Salida: Son todos los equipos que incorporan salidas de relés o contactos, los cuales pueden ser utilizados para la posterior apertura de puertas, cerraduras magnéticas, encendido de focos, entre otros. Los contactos que comúnmente son utilizados es normalmente abierto y cerrado.

A nivel lógico, el manejo de software considerado como el medio de interrelación entre la infraestructura física del sistema de control y el ser humano, permite la configuración y administración de los equipos, personal, gestión de permisos, control de accesos, reportes, monitoreo, a través de interfaces que en su mayoría son bastante amigables con el usuario.

La instalación del software dependerá de varias condiciones o requerimientos mínimos de funcionamiento. Entre algunas características de elección se pueden mencionar:

- Requerimientos del servidor
 - Capacidad de memoria, sistemas operativos, base de datos soportados, particiones de memoria.
- Cantidad de dispositivos (lectoras)
- Cantidad de usuarios a manejar
- Costos de licenciamiento
- Facilidad de uso
- Información de reporteria completa

La gama de aplicativos digitales es grande y variada, y a pesar de que la mayoría son desarrollos internacionales se citan tres softwares cuya adaptabilidad es la más ajustable a la

realidad de las aplicaciones a nivel de Latinoamérica y específicamente en el Ecuador, estos son: ZKACCESS, AXTRAXNG, CARDACCESS 3000. La Tabla1, refiere a un cuadro comparativo de algunas características y especificaciones:

Tabla 1. Comparación de software de acceso

	ZKACCESS	AXTRAXNG	CARDACCESS
Logo			
Requerimientos	<p>Memoria: 1 GB o superior.</p> <p>Equipo: Espacio disponible de 10 GB o más.</p>	<p>Memoria: 4 GB</p> <p>Procesador: Pentium 4 o superior</p> <p>Se requiere una tarjeta LAN para las redes TCP/IP</p> <p>Espacio Disco Duro: 4 GB mínimo</p>	<p>CPU Intel Dual Core, 2.6 GHz</p> <p>RAM 8 GB min</p> <p>Disco duro 300 GB</p> <p>Red de respaldo, DVD, CD</p> <p>Puertos USB</p> <p>Ethernet (NIC) 100 / 1000Mbit</p>
Base de datos soportadas	<p>MS SQLServer2005</p> <p>Microsoft Access</p>	<p>SQL Server Express 2005, 2008</p>	<p>Microsoft SQL Server 2008</p> <p>Microsoft SQL Server 2012</p>
	Windows XP	Windows XP SP2	Microsoft Windows 8.1 Professional

Sistemas Operativos	Windows 2003 Windows Vista Windows7	Windows Server 2003 Windows Server 2008 (32/64 bits) Windows Vista Windows 7 (32/64 bits)	Microsoft Windows 10 Professional Microsoft Windows Server 2012 R2
Licencia	Versión prueba Versión pagada	Versión prueba Versión pagada	Versión pagada
Capacidad	30000 usuarios 100 equipos	30.000 usuarios (AC225, AC425, AC525) 5.000 usuarios (AC215) 8184 Puertas	Capacidad hasta 1,000,000 de tarjetas • 30,000 grupos de acceso • 5 calendarios de vacaciones con 100 vacaciones cada uno. • Más de 12,000 lectores y 112,000 salidas de relé por ubicación • Más de 124,000 entradas de alarma

			supervisadas por ubicación
Ejemplos de equipos compatibles	MB160 C3-100 FV18 FR1300	AC-215 AC-225 AC-425 AC-525	Paneles Continental

1.5.2. Bases de datos

Las bases de datos tienen muchas aplicaciones en diferentes áreas y son muy utilizadas para manejar de manera ordenada gran cantidad de información como códigos, teléfonos, direcciones, departamentos laborales, horarios de trabajo, etc. Dentro de las ventajas de este tipo de asistentes de software, es que se permite recoger información, almacenarla y difundirla de manera ordenada y eficiente.

En los sistemas de control de accesos las bases de datos son muy utilizadas para recopilar información básica de los usuarios y asociarlos a los dispositivos de control, junto con los perfiles de acceso. Sin duda esto facilita la búsqueda, cálculos, parametrizaciones que se entrega al personal autorizado como reportes estadísticos reales y completos.

En el mercado se encuentran diferentes bases de datos, según [15], entre las más comunes se puede mencionar:

- My SQL Server: Es propietaria del sistema Operativo Windows, es accesible mediante la WEB y de manera gratuita. Es fácilmente integrable con varios lenguajes de programación como C, C++, PHP, JAVA, etc.

- Oracle: Es fácilmente ejecutable en casi todos los sistemas operativos, una de sus principales ventajas es la gran cantidad de herramientas que existen para la monitorización y administración.
- IBM DB2: Es muy utilizada para sistemas operativos como Linux e implementa Mainframe.
- Teradata: Una de las principales aplicaciones es en Big Data debido a su gran capacidad de almacenamiento y de análisis de datos.
- SAP Sybase: Era la base de datos más utilizada 10 años atrás, sin embargo, por su escalabilidad y rendimiento, aún se mantiene vigente.

1.5.3. Desarrollo de aplicativos web

Con la finalidad de permitir un flujo de información bidireccional entre el usuario y un servidor específico se crearon los aplicativos WEB basados principalmente en enlaces de internet, aunque también es común la utilización de enlaces de intranet.

Según [16], en un aplicativo WEB se pueden diferenciar al menos tres componentes, el primero un navegador que actúa como intérprete de código, el segundo un servidor que facilita la entrega de información y un tercer componente que es la base de datos para el manejo ordenado y sistemático de datos.

La utilización de los diferentes lenguajes de programación dependerá de las necesidades, las prestaciones y preferencias del desarrollador. Pero tomando como referencia el análisis de los componentes de un aplicativo WEB, se recomienda que el usuario seleccione el lenguaje de programación, según las especificaciones mostradas en la Tabla 2:

Tabla 2. Lenguajes de programación

	Navegador	Servidor	Base de datos
Características	Es muy común la utilización de Scripts, buscan ser interactivos con el usuario.	Son aplicaciones WEB desarrolladas como aplicaciones para el servidor	Utilizadas principalmente para almacenar y hacer consultas de datos.
Lenguajes de Programación comunes	HTML XML	PHP JAVA JAVASCRIPT PERL RUBY PYTHON	SQL PROGRESS ACCESS

Capítulo 2

2.1. Enfoque metodológico de investigación

La idea de solventar los conflictos que los usuarios tienen al momento de buscar un lugar de estacionamiento y asignar bajo ciertos parámetros de desempeño (algoritmo autónomo), un nivel de parqueadero específico y único, deberá ser evaluada en lo relacionado a las implicaciones que genera el desempeño de la red de asignación automática de parqueaderos.

Con estos precedentes, el enfoque metodológico que se plantea es de tipo investigativo Mixto:

De manera cuantitativa, se podrá evaluar el desempeño técnico del sistema, analizando los tiempos de respuesta de comunicación entre el hardware y la herramienta digital desarrollada, para posteriormente medir y analizar los tiempos en el que el software informa a los usuarios mediante pantallas informativa y mensajes cortos (SMS) su nivel de parqueo. Además, se torna necesario calcular y garantizar que el ciclo de trabajo del sistema no altere el adecuado desempeño de la red de datos destinados para la navegación en el edificio.

De manera cualitativa, se podrá medir el grado de satisfacción de los usuarios relacionándolo con las características de manejo de tiempo, gasolina, calidad del medio ambiente dentro de las instalaciones, entre otros.

Dicho esto, a través de encuestas se analizará el grado de influencia e importancia que pudiese tener un sistema autónomo de asignación de parqueaderos en la cotidianidad de las actividades de los cooperadores.

2.2. Población, unidades de estudio y muestra

Población:

El proyecto de investigación será implementado en las instalaciones del nuevo edificio de Telefónica Movistar en Quito, específicamente en las torres II y III del parque Eko Park, siendo estos los lugares principales del centro de operaciones de la empresa.

Los 238 cooperadores que hagan uso de las instalaciones de parqueadero, serán los beneficiarios directos de las prestaciones que brinda la implementación de un sistema automático de asignación de lugares para parqueadero. Esta limitación de usuarios está dada por la capacidad de espacios máximos que tiene el parqueadero, delimitando así la población de tipo finita.

Muestra:

En términos de tiempo y dinero se torna dificultoso investigar a todas las unidades de la población, por esta razón se toma una muestra de 92 unidades como se ejemplifica en la Figura 4, basada en el cálculo del:

Nivel de confianza (95%)

Intervalo de confianza (8)

Población finita (238 cooperadores)



The image shows a software interface for calculating sample size. It has a title bar 'Precisar Tamaño de Muestra'. Below the title, there are three rows of input fields: 'Nivel de Confianza:' with radio buttons for '95%' (selected) and '99%'; 'Intervalo de Confianza:' with a text box containing '8'; and 'Población:' with a text box containing '238'. At the bottom left is a 'Calcular' button and at the bottom right is a 'Borrar' button. Below these buttons, there is a label 'Tamaño de Muestra preciso:' followed by a text box containing '98'.

Figura 4 Cálculo de muestra de Población finita

Esta muestra obtenida garantiza una adecuada representación para permitir la inferencia de los valores muestrales de la población.

2.3. Métodos empíricos y técnicas empleadas para la recolección de la información

La implementación del proyecto en primera instancia no debe generar alteraciones en el desempeño de la red de navegación general de los usuarios a pesar de las diferentes VLANs que hayan sido creadas, por esta razón es necesario que los tiempos de latencia y pérdida de paquetes en caso de existir no perturben el adecuado funcionamiento de red.

Se evaluarán los tiempos de respuesta que utiliza el sistema para indicar el lugar de parqueadero específico para un usuario a través de las pantallas informativas y del servicio de mensajería corto, esto sin duda tendrá incidencia directa sobre los tiempos que los usuarios tardan en llegar desde su lugar de origen o entrada, hasta su lugar de destino, sin importar el nivel a cuál deban acudir. La comparación de estos tiempos con los antecedentes previos obtenidos sin la implementación de la herramienta al momento de buscar un lugar de parqueadero, mostrará las ventajas o desventajas relacionadas al manejo del tiempo en las actividades de parqueo para cada uno de los cooperadores.

Finalmente, con una encuesta aplicada a la muestra aleatoria definida previamente, se podrá evaluar el grado de incidencia que ha tenido la implementación del sistema autónomo de asignación de parqueaderos para cada uno de los cooperadores que hacen uso de un espacio físico en el parqueadero.

2.4. Formas de procesamiento de la información obtenida de la aplicación de los métodos y técnicas

Las encuestas aplicadas a la muestra de 98 cooperadores, permite tener una percepción real de los problemas y necesidades que los usuarios tienen al momento de buscar un lugar de parqueadero. Las preguntas se detallan a continuación:

1. ¿Qué tan útil cree usted que es el servicio de parqueadero en el centro de operaciones Telefónica?

- Nada útil
- Poco útil
- Muy útil

Tabla 3. Levantamiento de información de la pregunta 1

Alternativas	Número de Encuestados	Porcentaje
Nada útil	9	9%
Poco útil	29	30%
Muy útil	60	61%
Total	98	100%



Figura 5. Grado de utilidad de un parqueadero

Análisis: La Figura 5, muestra que un 91 % de la totalidad de personas encuestadas considera que es útil tener un espacio para guardar su vehículo, debido a que en los alrededores de las instalaciones operan otras instituciones y los espacios disponibles para guardar los autos son muy escasos y demandados. Mientras que un 9% considera que no es útil hacer uso de un parqueadero

2. ¿Creé usted que el parqueadero privado de las instalaciones del edificio de Telefónica garantiza la seguridad de su vehículo?

- Si
- No

Tabla 4. Levantamiento de información de la pregunta 2

Alternativas	Número de Encuestados	Porcentaje
Si	60	61%
No	38	39%
Total	98	100%



Figura 6. Seguridad que brinda el parqueadero

Análisis: La Figura 6, describe que un 61 % de la totalidad de personas encuestadas considera que es muy seguro guardar su auto en los parqueaderos de la empresa. Además, la cercanía con las oficinas es considerada también una ventaja. El 39% restante considera que no es seguro y en su mayoría lo asocian a malas experiencias sucedidas en otros establecimientos de parqueadero.

3. ¿Con qué frecuencia utiliza usted este servicio de parqueadero?

- Por horas
- A diario
- Semanal

Tabla 5. Levantamiento de información de la pregunta 3

Alternativas	Número de Encuestados	Porcentaje
Por horas	35	36%
A diario	20	20%
Mensual	43	44%
Total	98	100%



Figura 7. Frecuencia de uso de un parqueadero

Análisis: La Figura 7, representa que el 44 % de la totalidad de personas encuestadas hacen uso del parqueadero de manera mensual, pagando un coste fijo por el uso del espacio. El 20% son personas que hacen uso de las instalaciones únicamente en ciertos períodos de tiempo y por al menos 6 horas de estacionamiento diarias. A este grupo por ejemplo corresponden los cooperadores de la empresa pero que residen de otras provincias y que asisten a las instalaciones por periodos cortos. El 36% restante de personas utilizan las instalaciones menos de 2 horas y corresponden principalmente a usuarios visitantes que en su mayoría son proveedores.

4. ¿Cuántas veces al mes usted utiliza el servicio de parqueadero? Nota: Si la respuesta de la pregunta 3 fue mensual, responda la siguiente pregunta, caso contrario responda la pregunta 5.

- 4 veces al mes
- De 4 a 12 veces por semana
- Todos los días

De un total de 98 personas encuestadas, 43 usuarios afirman que hacen uso del servicio mensual.

Tabla 6. Levantamiento de información de la pregunta 4

Alternativas	Número de Encuestados	Porcentaje
De 4 a 8 veces al mes	4	9%
De 12 a 16 veces al mes	9	21%
20 veces al mes	30	70%
Total	43	100%

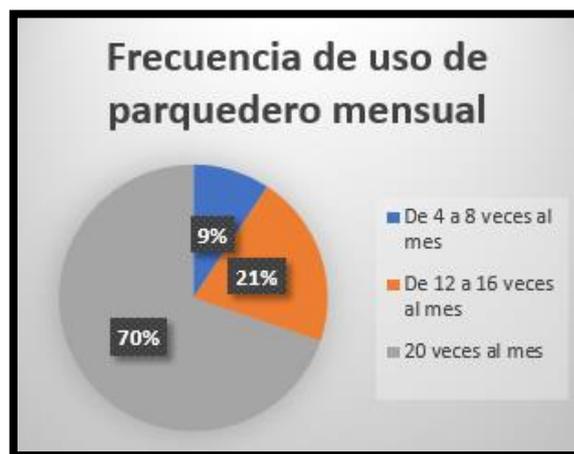


Figura 8. Frecuencia de uso mensual del parqueadero

Análisis: La Figura 8, muestra que un 70 % de cooperadores que hacen uso del servicio mensual acuden al menos los 5 días laborables de la semana en sus automóviles para ingresar a los parqueaderos. Un 21% de personas hacen uso del servicio al menos 3 o 4 veces a la

semana. Mientras que el restante 9% de personas acuden una o dos veces por semana, esto debido a que se dirigen a diferentes proyectos o reuniones que no necesariamente coincide en el centro de operaciones Eko Park.

5. ¿Cuánto tiempo se ha demorado buscando un lugar de parqueadero en las instalaciones?

- 1 a 5 minutos
- 5 a 10 minutos
- Más de 10 min

Tabla 7. Levantamiento de información de la pregunta 5

Alternativas	Número de Encuestados	Porcentaje
1 a 2.5 minutos	10	10%
2.5 a 10 minutos	32	33%
Más de 10 minutos	56	57%
Total	98	100%



Figura 9. Índices de tiempos de búsqueda de parqueadero

Análisis: La Figura 9, describe que la pérdida de tiempo asociada para buscar y encontrar un lugar de parqueadero es grande, debido principalmente a los 8 subsuelos que son asignados para estacionar. El 57 % de personas encuestadas afirman que tardan más de 10 minutos en encontrar un lugar disponible. Un 33% dice tardar entre 2.5 a 10 minutos.

Mientras que el 10 % restante que corresponde principalmente a usuarios con puesto fijo como jefes de áreas, personas con discapacidad, mujeres embarazadas, entre otras, afirma que tarda entre 1 a 2.5 minutos aproximadamente.

6. ¿A qué le da usted más importancia a la hora de parquear su vehículo?

- Tiempo para encontrar un espacio
- Hacer el menor recorrido posible
- No le doy importancia

Tabla 8. Levantamiento de información de la pregunta 6

Alternativas	Numero de Encuestados	Porcentaje
Tiempo para encontrar un espacio	64	65%
Hacer el menor recorrido posible	20	21%
No le doy importancia	14	14%
Total	98	100%



Figura 10. Parámetros de interés al momento de estacionar

Análisis: La Figura 10, evidencia que las personas en su mayoría, es decir con un 65%, les dan mucha importancia a los beneficios de encontrar un lugar de parqueadero lo más pronto posible. Un 21% considera que lo más importante es hacer el menor recorrido posible, enfocándose en términos de optimización de consumo de combustible y por ende de mejoras

de la calidad del aire o medio ambiente en el espacio cerrado de circulación vehicular. Estas dos características de desempeño están ligadas entre sí, es decir un 86 % de las personas consideran que hay características de desempeño mínimas necesarias para tener un sistema de parqueaderos eficiente. Finalmente, el 14 % restante no tiene características de desempeño específicas de interés.

7. ¿Está usted de acuerdo con el sistema actual de parqueo?

- Si
- No

Tabla 9. Levantamiento de información de la pregunta 7

Alternativas	Número de Encuestados	Porcentaje
Si	18	18%
No	80	82%
Total	98	100%



Figura 11. Grado de conformidad del uso de parqueaderos

Análisis: La Figura 11, describe que el 82% de personas encuestadas tienen gran inconformidad con el uso y los servicios de parqueadero. Los problemas que se evidencian son aglomeraciones en las entradas y en los pasillos de circulación entre los diferentes subsuelos, dificultades para encontrar lugares de parqueadero libres, falta de guías y

señalización para asistir a los usuarios en las tareas de parqueadero, ambiente contaminado generado por circulaciones vehiculares excesivas, entre otros. Mientras que el 18 % restante, se encuentra conforme con el manejo actual de los parqueaderos.

8. ¿Le gustaría que reduzca el tiempo de búsqueda de parqueadero?

- Si
- No

Tabla 10. Levantamiento de información de la pregunta 8

Alternativas	Número de Encuestados	Porcentaje
Si	83	85%
No	15	15%
Total	98	100%



Figura 12. Interés en reducir el tiempo para parquear

Análisis: La Figura 12, representa el porcentaje de aceptación del 85% en las personas que requieren contar con métodos o sistemas automáticos que actúen como asistentes de parqueadero, para dinamizar, agilizar y facilitar a que los usuarios puedan coincidir con lugares de parqueadero disponibles y en tiempos de ejecución pequeños. Mientras que el

restante 15 % no muestran interés en reducir el tiempo de búsqueda de un lugar de parqueadero.

9. ¿Estaría usted dispuesto a pagar un aumento en la tarifa de parqueo para que le sea asignado un espacio estratégico para su vehículo?

- Si
- No

Tabla 11. Levantamiento de información de la pregunta 9

Alternativas	Número de Encuestados	Porcentaje
Si	63	64%
No	35	36%
Total	98	100%



Figura 13. Grado de aceptación de valores económicos adicionales

Análisis: La Figura 13, describe que el 64 % de las personas encuestadas están conscientes de que un servicio de calidad implica un coste adicional y estarían de acuerdo con el pago. Mientras que un 36 % de personas, no estarían de acuerdo con un pago adicional.

2.5. Metodología seleccionada

Con el fin de evitar encolamientos o incomodidades en los usuarios que buscan un lugar de parqueadero, surge la necesidad de implementar un sistema automático que esté acorde a las instalaciones y a los avances tecnológicos del momento, cuyo como objetivo principal sea garantizar una distribución dinámica, ágil y precisa de los cooperadores que cuentan con vehículos, sobre todo en horarios pico.

Dicho esto, se hará un análisis previo de los requerimientos y necesidades que tienen los usuarios del sistema de parqueaderos, incluyendo principalmente el estudio del tiempo que tarda un cooperador en encontrar un lugar de parqueadero sin un asistente digital, para que con este sustento se pueda comparar y evidenciar si es que la implementación del sistema automático tiene réditos o beneficios para los usuarios.

El posterior diseño e implementación del sistema deberá ajustarse a los requerimientos analizados previamente y a condiciones de funcionamiento solicitados por la empresa Telefónica – Movistar, sometiendo el sistema a diferentes pruebas de funcionamiento, para obtener datos que serán tabulados, comparados y analizados con el fin de plantear cuadros comparativos, estadísticos y propuestas de trabajos futuros.

2.6. Herramientas y materiales utilizados

La consecución del proyecto inicia con el estudio de los requerimientos y necesidades que tienen los usuarios de los parqueaderos de la compañía, para lo cual se plantea la utilización de encuestas aplicadas a la muestra definida previamente.

Con este sustento, se podrá definir los materiales y/o herramientas físicas y lógicas que contemplarán el diseño y posterior implementación del proyecto.

Los materiales físicos se relacionan principalmente a los componentes de un sistema de control de accesos, es decir el manejo de paneles, lectores de proximidad, antenas RFID, barreras de accesos, entre otros. Adicional los medios físicos para la conexión y comunicación de equipos como switch, servidores, computadores, pantallas, son cables de par trenzado no blindado (UTP), cables de interfaz multimedia de alta definición (HDMI), cables de matriz gráfica de vídeo (VGA), etc.

Mientras que los componentes lógicos se refieren al manejo de software de control accesos, manejo de base de datos, manejo de software de envío de mensajería SMS, pero sobre se debe incluir la comunicación de todos estos servicios con una herramienta digital de desarrollo autónomo ajustada a las necesidades de ejecución del proyecto.

Capítulo 3.

3.1. Adaptabilidad de la infraestructura física

Para dimensionar el diseño y la posterior ubicación de los equipos que contempla la solución de un sistema de asignación automática de parqueaderos, es necesario conocer el espacio sobre el cual se colocaran los equipos de control de accesos y de información para los usuarios. La Figura 14, modela una perspectiva global del espacio o subsuelo donde se incluirá el control de accesos.



Figura 14. Área asignada para montaje de sistema automático de asignación de parqueaderos

La Figura 15, describe el espacio asignado para permitir la circulación vehicular dentro o fuera del parqueadero, donde dos barreras obstaculizarán la entrada y salida cubriendo un espacio de 3 metros aproximadamente cada una. Adicional la altura de este espacio es de 5 metros y deberá ser dividido de la mejor manera para colocar dos antenas RFID destinadas para la lectura de dispositivos pasivos sin alimentación como son los Tags. Finalmente, la primera pantalla de información también deberá ser ubicada a la entrada del parqueadero.

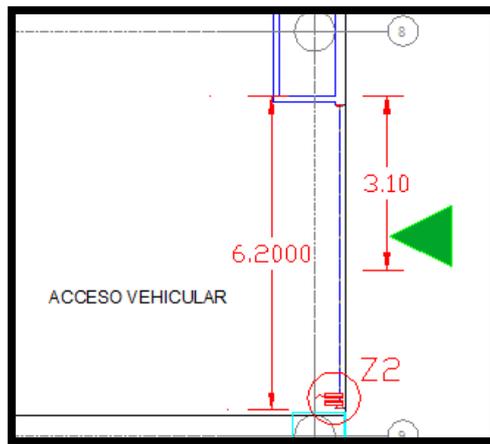


Figura 15. Área de circulación vehicular

A 65 metros de la entrada principal en la rampa de acceso entre el subsuelo 1 y el subsuelo 2, se deberá incluir una segunda pantalla informativa. En la Figura 16, se muestra el espacio disponible sobre el cual se centrará la pantalla.

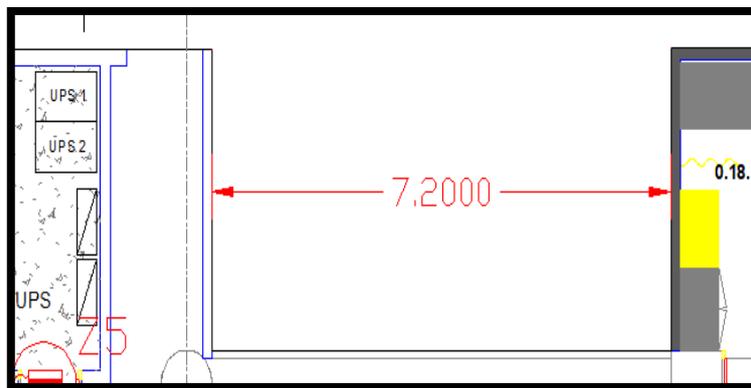


Figura 16. Área de acceso entre subsuelo 1 y subsuelo 2

3.2. Descripción del diseño

La Figura 17, describe el esquema o arquitectura física necesaria para garantizar el funcionamiento del sistema de asignación automática de parqueaderos, que se ajuste al espacio asignado así como también a los requerimientos de desempeño de la empresa Telefónica - Movistar.

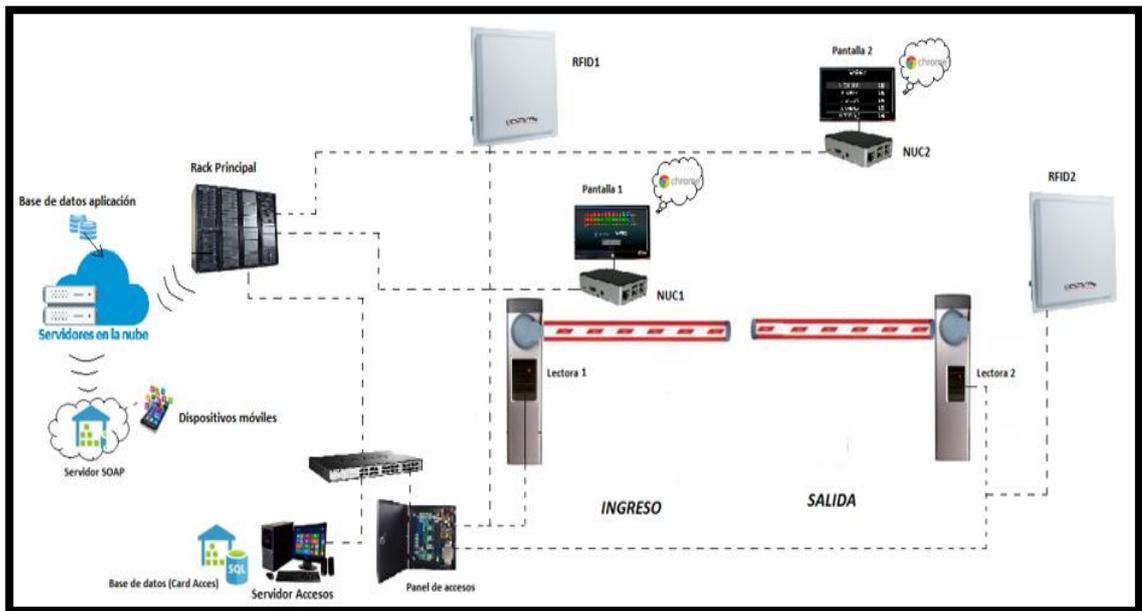


Figura 17. Arquitectura del sistema de asignación de parqueaderos

El sistema tiene la capacidad de diferenciar si un usuario desea ingresar o salir del parqueadero. Para dar cumplimiento a este requerimiento, el sistema incorpora dos antenas RFID, además de dos lectoras de proximidad de medio alcance, las cuales distinguen para el sistema el sentido de circulación en el que se encuentra un vehículo.

Cada cooperador al momento de ser parte de la empresa Telefónica – Movistar, es registrado en una base de datos nacional a través del sistema de control de accesos Card Access y recibe una tarjeta magnética, a la cual están asociados todos los datos personales y los perfiles de acceso de cada uno. Esta tarjeta es el único documento que permite registrar los eventos generados en las lectoras del sistema nacional de control. Sin embargo, de manera paralela los cooperadores que deseen hacer uso del parqueadero reciben un TAG para agilizar y facilitar el ingreso vehicular, evitando las incomodidades de usar una tarjeta de proximidad cuando se encuentra sobre un vehículo, no obstante, y a pesar de las prestaciones de un RFID, se estipula como un respaldo de ingreso el uso de lectoras, pues se

contempla casos en los que los usuarios cuenten con dos o más vehículos y el TAG haya sido pegado en uno específico.

Al momento del ingreso y previamente identificado un usuario, a través de la lectora de proximidad o de la antena RFID, el sistema valida los perfiles de accesos en una base de datos SQL instalado en un servidor y de ser exitosos, se procede a abrir la talanquera que obstaculiza el ingreso hacia los parqueaderos como se muestra en la Figura 18.



Figura 18. Talanquera de acceso al parqueadero

La Figura 19, muestra una primera pantalla informativa que despliega el nivel asignado al cual se debe dirigir un usuario para estacionar su vehículo. Esta información es totalmente diferenciada y de manera particular asocia información como los nombres, apellidos, departamento al que pertenece, etc.

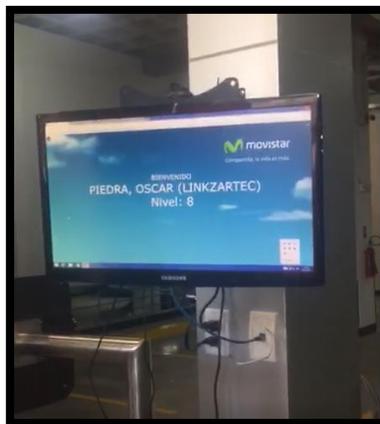


Figura 19. Primera pantalla informativa

Para garantizar que la información no haya sido ignorada por el cooperador que desea ingresar al parqueadero, se redunda el envío de los datos por dos medios. El primero mediante una plataforma de mensajería propia de la empresa Telefónica –Movistar, que, a través de un SMS en tiempo real, adjunta el lugar o nivel al cual debe dirigirse el usuario para estacionar su vehículo, con el fin de evitar encolamientos en las entradas y en los pasillos de circulación de los sub suelos. El modelo de mensaje se describe en la Figura 20.



Figura 20. Envío de SMS al usuario específico

La Figura 21, muestra el segundo medio de notificación físico la cual es una pantalla ubicada sobre la rampa que permite la circulación entre el subsuelo 1 y el subsuelo 2, es decir a 65 metros, aproximadamente del primer acceso. Aquí se mostrará un histórico de los últimos 5 accesos, enfatizando que el último usuario que ingreso es el que estará colocado en el primer lugar.

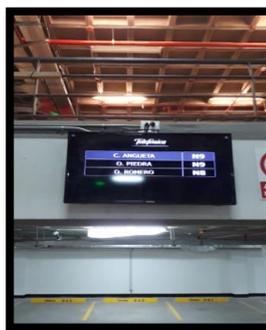


Figura 21 Segunda pantalla informativa con historial de últimos ingresos

Finalmente, un usuario que desee salir, puede hacerlo a través de su tarjeta o TAG. Previamente serán validados los perfiles de acceso, y de ser exitosos, el sistema habilita la talanquera para permitir la circulación fuera de las instalaciones. El registro de salida, no es notificado al usuario, pero su exclusión no tiene incidencia directa sobre la interfaz de monitoreo remota, como se muestra en la Figura 22, donde el color verde representa un espacio que está disponible, el color rojo un espacio que se mantiene ocupado por un usuario y el color azul un lugar de parqueadero que corresponde a un usuario con puesto fijo.

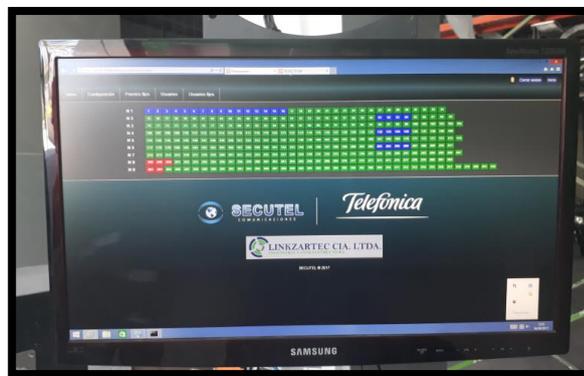


Figura 22 Pantalla para monitoreo remoto con interfaz HMI

Por las características de desempeño del sistema, es necesario que cada pantalla informativa se encuentre conectada a una NUC la cual hará el consumo del servicio de las páginas PHP.

3.3. Especificaciones de equipos

3.3.1. Paneles de accesos

La solución contempla la utilización de paneles de accesos Turbo Superterm Continental Access, a los cuales son conectados las lectoras de proximidad, antenas RFID y biométricos, a través del protocolo de comunicación de datos Wiegand (D0 – D1). Es muy común que el formato utilizado en este protocolo de comunicación sea de 26 bits (1 bit de cabecera, 1 bit

de final de trama de datos, 8 bits que corresponden al código de instalación y 16 bits para el número identificador de tarjetas), que describe como se encuentran formateados los datos. Sin embargo, existen otros formatos como Wiegand de 34, 36, 37 bits, entre otros.

La Figura 23, refleja la utilización del protocolo Wiegand para la conexión de la antena RFID, la cual está conectada en paralelo con una de las lectoras de proximidad que permitirán la entrada o salida a las instalaciones.



Figura 23. Paneles de control de accesos

3.3.2. Antenas RFID AY - U910

Las antenas de largo alcance contempladas para este proyecto son de la marca Rosslare del modelo AY-U900. En la Tabla 1, se muestran las características de desempeño.

Tabla 12. Características de antena RFID

Descripción	Especificaciones
Rango de Voltaje de Operación	9 a 12 VDC (2 A)
Distancia de Lectura de TAG	Hasta 20 m (39.4 pies) (configurable)
Protocolo de Transmisión	Wiegand 26 -Bit (Configurable: Wiegand 34-Bit)
Máxima de Cable 150 m (500 ft)	Distancia Máxima de Cable 150 m (500 ft)

Frecuencia	AY -U900US: 902 –928 MHz (América)
Sensibilidad de Lectura	Polarización dual modo lectura
Dimensiones	44 x 44 x 5 mm (1.73 x 1.73 x 0.20 pulgadas)
Peso	2.32 kg (5.11 lb)

La Figura 24, evidencia la ubicación de las antenas RFID, las cuales responden a posiciones estratégicas que facilitan la lectura de los TAG en la entrada y salida vehiculares. Las antenas además incorporan el software UHF Card Programmer, el cual permite configurar de manera personalizada a los TAGS.



Figura 24. Implementación de antenas RFID

La Figura 25, muestra la configuración individual de cada TAG, donde se establece el protocolo de comunicación Wiegand deseado, el Facility Code y el ID único asociado para cada dispositivo. Es importante que mediante el software se realice un monitoreo real para garantizar que la lectura muestre lo programado anteriormente, respetando sobre todo el ID único, ya que el formato Wiegand y Facility Code es un parámetro que puede ser común para todo el grupo de TAGS.

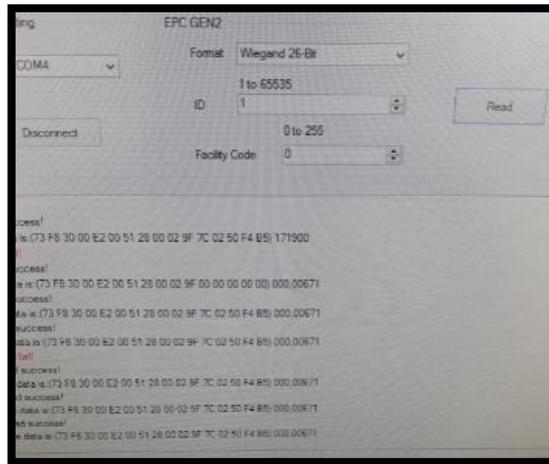


Figura 25. Configuración de TAG con UHF

3.3.3. Lectoras de proximidad

Las lectoras de proximidad no son muy recomendadas para utilizar en aplicaciones de acceso vehicular, debido a las incomodidades que pueden generar en los usuarios que se encuentran dentro de un automóvil, principalmente por las limitaciones de espacio además de la pérdida de tiempo comparado con una lectura automática. Sin embargo, como se presenta en la Figura 26, se implementó dos lectoras de hasta 60 centímetros de alcance, que permiten la entrada y salida vehicular con una tarjeta de proximidad, actuando como mecanismo paralelo al RFID debido a que todos los cooperadores cuentan con una tarjeta a la cual están asociados sus perfiles de acceso a las diferentes áreas.



Figura 26. Lectoras de proximidad

Las lectoras utilizadas cumplen con las especificaciones que se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Especificaciones de las lectoras

Descripción	Especificaciones
Marca	Rosslare
Modelo	AY-Z12A
Formato de salida	Wiegand 26 bits
Lectura RFID	Alcance de hasta 60 cm
Modulación RF	ASK a 125 kHz
Tensión de funcionamiento	De 10 a 16 VDC
Detección de sabotaje	Pared óptico

3.3.4. Talanqueras

Los paneles de accesos al ser gestionados y administrados por el software CardAccess permiten que una vez validados los permisos de accesos, se activen salidas de relé que dependiendo de las necesidades pueden ser utilizados los contactos abiertos o cerrados. La Figura 27, muestra el esquema de conexión de las talanqueras.

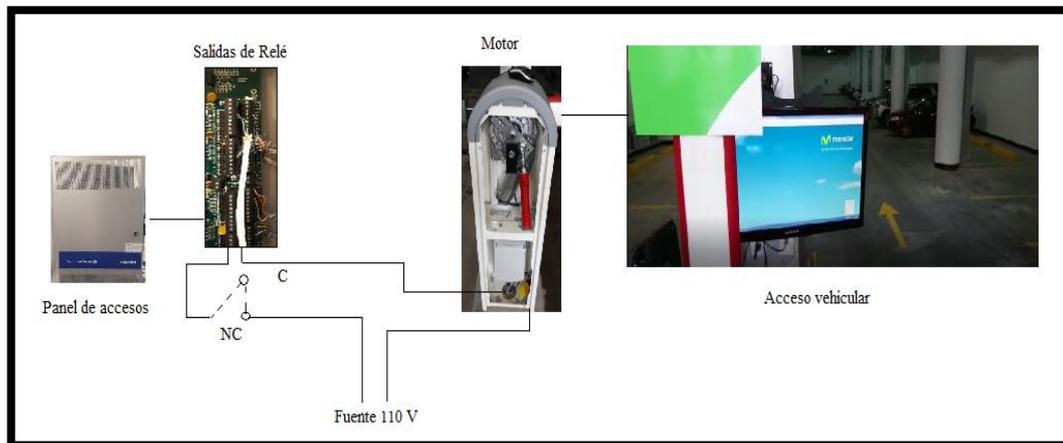


Figura 27. Esquema de conexión de las barreras de acceso

3.3.5. Switch cisco 48 puertos

Los puntos de red de las Nucs así como de los diferentes servidores convergen en el patch panel número 10, como se muestra en la Figura 28. Estos puntos mediante patch Cord certificados, son conectados a un switch Cisco en el cual se crearon redes lógicas dentro de una misma red física (VLANS), con la finalidad de evitar que los servicios de navegación de la compañía se vean afectados o que los tiempos de respuesta no sean los adecuados.



Figura 28. Equipo de red (Switch POE CISCO)

3.3.6. Nucs y pantallas informativas

La inclusión de pequeños PC que permiten trabajar con diferentes sistemas operativos y que incluyen una tarjeta madre personalizada, es la solución para consumir el servicio PHP del servidor, por esta razón la configuración de la red previamente realizada garantiza su conectividad. Estas NUC apuntan a una dirección IP que contiene una página específica de acuerdo al servicio que se desea desprender en una pantalla. Además, estos mini PC cuentan con salidas HDMI que permiten la conexión de pantallas de visualización de información relevante para los usuarios.

3.4. Diseño de algoritmo

Antecedentes previos de sistemas de asignación de parqueaderos son muy poco ajustables a las necesidades y características de desempeño que se desea tener en las instalaciones de la empresa Telefónica.

Para mencionar algunos ejemplos se toma como referencia el ingreso a los parqueaderos de algunos centros comerciales en Quito como son el Centro Comercial Ñaquito y el Centro Comercial Quicentro Norte, donde su lógica de asignación únicamente refiere a llenar puestos disponibles en el transcurso del día, mismos que se llenan o vacían de manera aleatoria y no cumplen una secuencia estricta, principalmente porque la afluencia al centro comercial depende de factores de tiempo como el día y la hora.

Estos sistemas incorporan asistentes visuales (Leds de colores) que actúan como guía para los usuarios en el afán de ayudarlo a encontrar puestos disponibles mucho más rápido. Sin embargo, los recorridos innecesarios dentro de los niveles de los parqueaderos no se han evitado pues el sistema no define un nivel ni un puesto específico a cuál un usuario entrante deba dirigirse. Adicional los clientes por sus perfiles de visitantes espontáneos del centro comercial no tienen puestos fijos. Por esta razón es difícil basarse en su lógica de asignación para ajustarla a una realidad laboral de un edificio totalmente diferente.

La empresa Telefónica Movistar se vio en la necesidad de desarrollar y ajustar un algoritmo propio que relacione la cantidad de puestos disponibles, la afluencia de personas en diferentes horas y la necesidad de descongestionar el ingreso principal y los pasillos de circulación entre los sub suelos del parqueadero. Para esto se utilizaron criterios lógicos y de justicia en la asignación de lugares de parqueadero a cada uno de los usuarios. La justicia entendida como el tiempo que le toma a un usuario desde el destino de asignación hasta se lugar de parqueadero establecido.

El algoritmo garantiza el direccionamiento de manera eficiente a los colaboradores dentro del parqueadero. Para lograrlo este modelo considera reportes de asistencias y de eventos de llegadas al centro de operaciones a través del software Card Access, donde se

encontraron los rangos de horas en los que existe mayor congestión y en los cuales es más probable tener encolamiento en la entrada vehicular, así como en los pasillos de circulación interna; para lo cual se generaron 3 grupos:

- 1.- Grupo de ingreso relajado: 00:00 – 8:23 am
- 2.- Grupo de ingreso cargado: 8:23am - 9:15am
- 3.- Grupo de ingreso retardado: 9:15am – en adelante

El algoritmo también considera la disponibilidad de puestos existentes en cada uno de los niveles. La Tabla 14, muestra la distribución física de los espacios

Tabla 14. Distribución de puestos en los sub suelos

Nivel	Cantidad
Nivel 1	8
Nivel 2	31
Nivel 3	36
Nivel 4	31
Nivel 5	36
Nivel 6	31
Nivel 7	36
Nivel 8	35
Nivel 9	39

Considerando todos estos precedentes, se realizó la lógica de asignación de puestos de parqueadero.

Flujograma 1: A la llegada de los cooperadores en primer lugar se realiza el proceso de identificación en el sistema de control de accesos, a través de las antenas RFID, en el caso de que el usuario haya recibido un TAG para el vehículo o mediante las lectoras de proximidad con las tarjetas de la empresa, en caso de que el usuario haya extraviado su TAG o cuente con dos o más vehículos. Inmediatamente se hace una validación de perfiles o permisos de acceso que en el caso de contar con la autorización pertinente y de no ser un usuario fijo, se procede a la aplicación del algoritmo, dando cumplimiento a la franja en la que se encuentra en ese momento.

Si el cooperador que desea ingresar fue registrado previamente en el sistema como usuario con puesto fijo, se le habilita inmediatamente la barrera que obstaculiza el ingreso al parqueadero permitiéndole el ingreso, junto con un mensaje de bienvenida y el nombre del usuario que desea entrar, información que se desplegará en la primera pantalla informativa.

Se entiende como usuario con puesto fijo a los jefes de áreas o VPS, personas con alguna discapacidad o mujeres embarazadas. En el caso de las mujeres embarazadas, los puestos pueden ser modificables y asignados únicamente por ciertos períodos de tiempos, mediante la herramienta digital desarrollada.

De otra manera los usuarios que no cuenten con los permisos de accesos necesarios, deberán gestionarlos en el departamento de seguridad (COS) de la empresa Telefónica – Movistar. Su acceso será denegado mientras no se haya regularizado el proceso de ingreso.

La Figura 29, modela el flujograma 1, como un ciclo repetitivo al cual se someten los usuarios diariamente en las diferentes franjas horarias cuando desean hacer uso de los parqueaderos de la empresa.

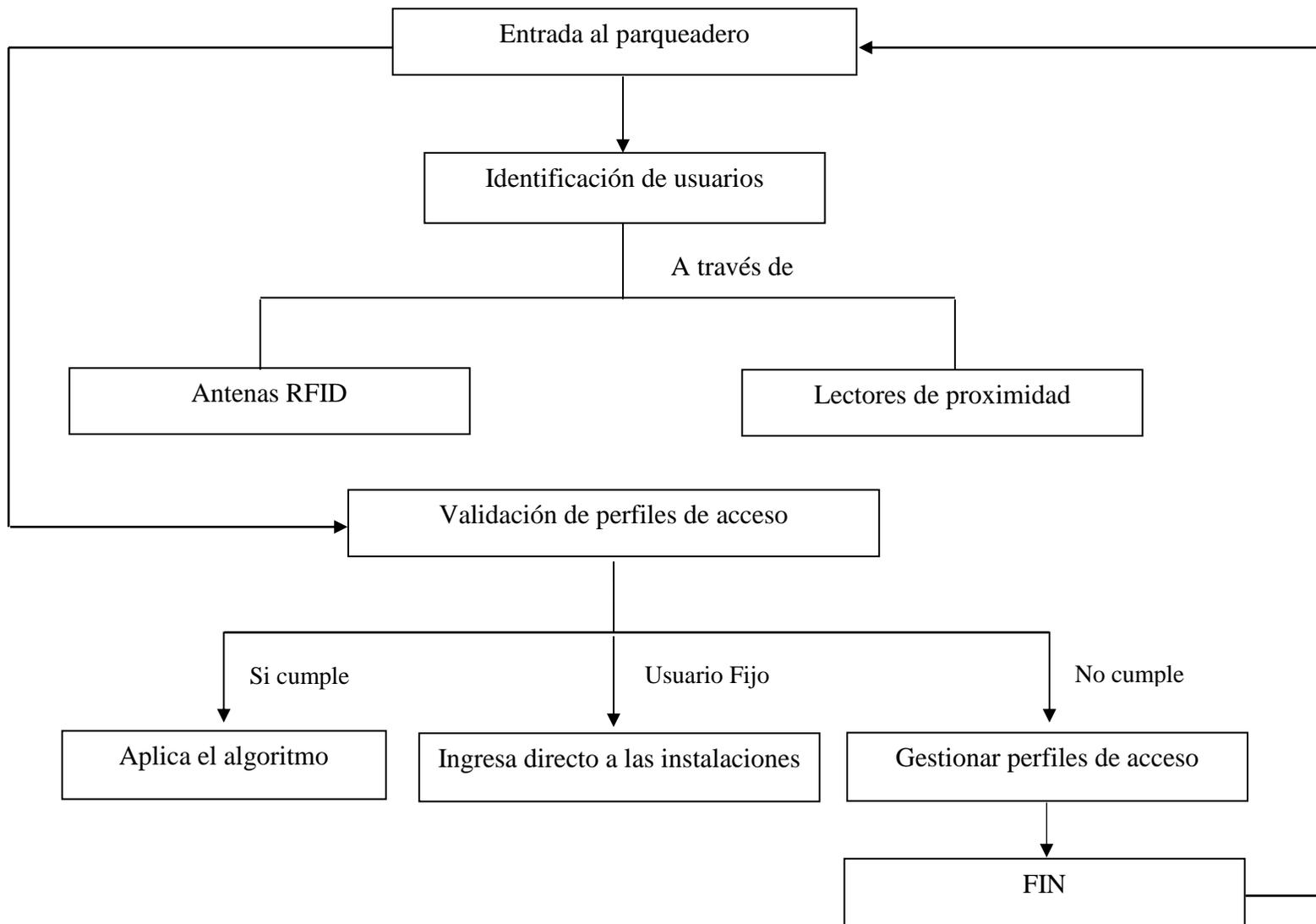


Figura 29. Validaciones de ingreso - flujograma 1

El algoritmo de asignación distingue tres franjas horarias. La Figura 30, describe el segundo flujograma que marca el inicio de la validación del algoritmo basado en la hora exacta en la que el usuario desea ingresar al parqueadero.

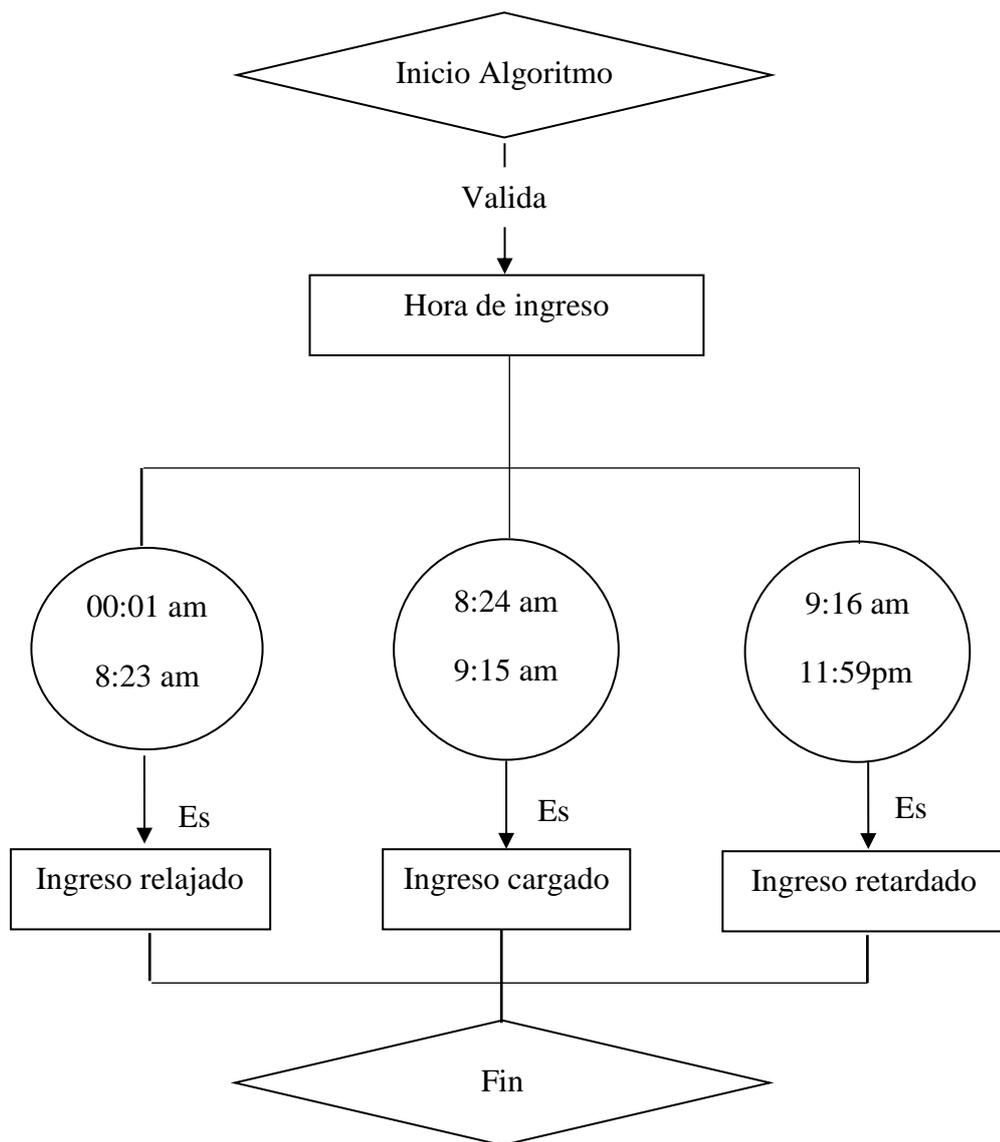


Figura 30. Cumplimiento de franjas de ingreso - flujograma 2

Flujograma 3: La Figura 31, muestra el esquema de asignación A, correspondiente al grupo de ingreso relajado de 00:00 a 8:22:59

Simbología:

Ls: Puestos disponibles

N: Número del nivel

- La asignación de niveles para parqueadero dentro de este grupo horario tomará en cuenta solo a los 3 primeros niveles (N1, N2, N3).
- El nivel asignado será aquel con la mayor cantidad de puestos disponibles (Ls).
- En el caso de existir más de un nivel con la misma cantidad de puestos disponibles. El nivel asignado será aquel con (N) mayor, es decir, el que se encuentra más lejano al ingreso.
- En caso de que los niveles (N1, N2, N3), se llenen antes de las 8:22:59am; se procederá a utilizar el esquema B.

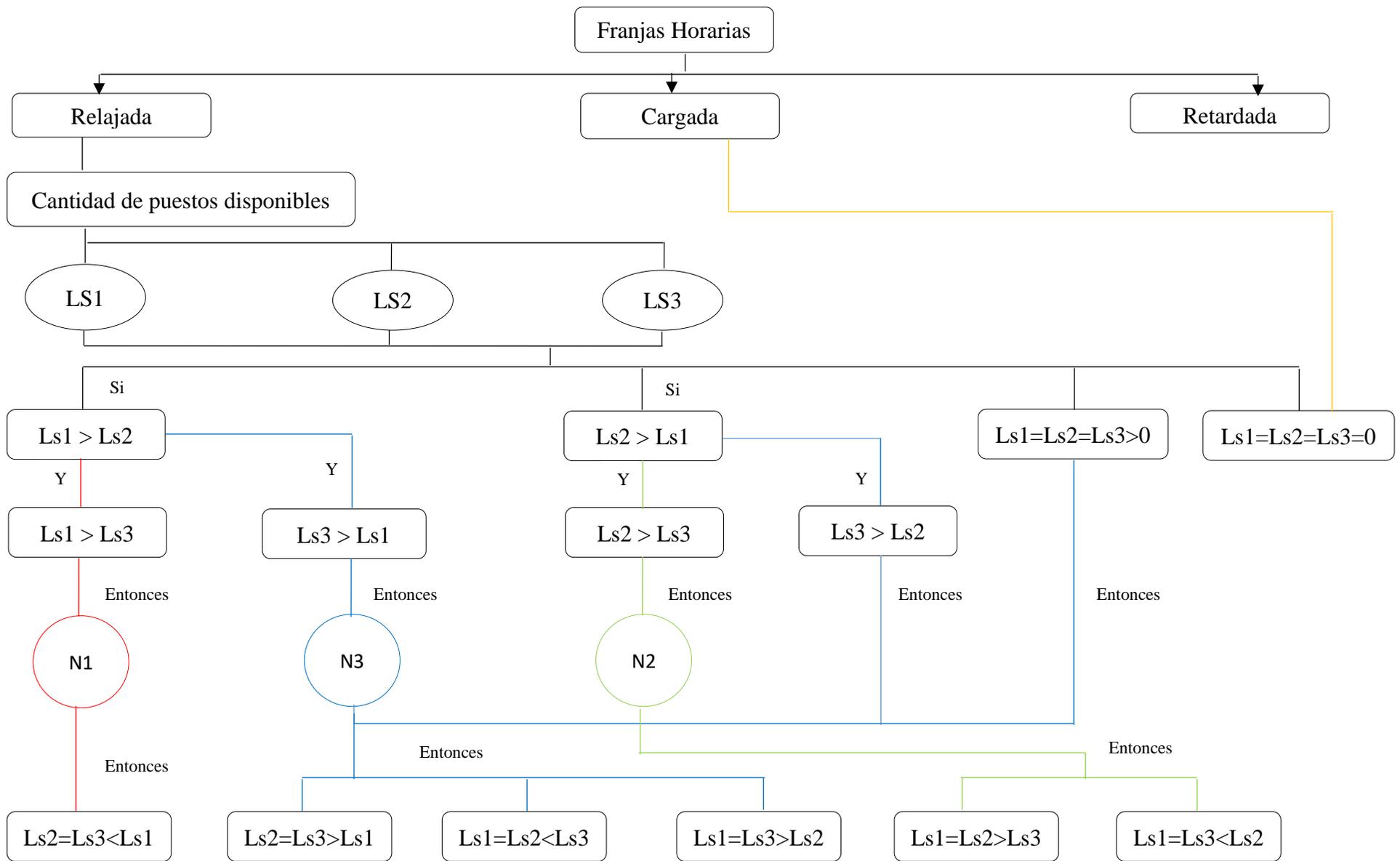


Figura 31. Ingreso relajado - flujograma 3

Flujograma 4: La Figura 32, modela el esquema del grupo de ingreso cargado de 8:23am a 9:12:59am

Supuestos

- Los niveles 6 y 9 actuarán como niveles pivot.
- Los niveles 4 y 5, actuarán como respaldo para el nivel 6. Los niveles 7 y 8 actuarán como respaldo para el nivel 9.
- Existirá un contador de cola ($k=0$) cuya función es evitar encolamiento dentro de un mismo nivel. Este contador se usará para la interacción entre los niveles pivot y respaldo. Con cada asignación de un puesto, el contador (k) aumenta en 1. Cuando el contador (k) llegue a 12 regresará a 0.
- En caso de que los espacios disponibles en los niveles pivot y respaldo se llenen antes de las 9:12:59am; se procederá a utilizar el esquema C.

Ejecución

- El criterio para seleccionar el nivel cuando $0 \leq k \leq 6$, será:
 - El nivel asignado será el nivel pivot con la mayor cantidad de puestos disponibles (L_s).
 - En el caso de que los niveles pivot tengan la misma cantidad de espacios disponibles; el nivel asignado será aquel con (N) mayor, es decir, el que se encuentra más lejano al ingreso.

- Si ambos niveles pivot llegan a $L_s = 0$, se procede con la siguiente condición.
- El criterio para seleccionar el nivel cuando $6 < k \leq 12$, será:

Se deben asignar lugares en los niveles respaldo correspondiente al pivot en que se estaban asignando los puestos, de la siguiente manera:

- El nivel respaldo asignado será aquel con la mayor cantidad de puestos disponibles (L_s). (Se asignará a un nivel respaldo).
- En el caso de existir más de un nivel respaldo con la misma cantidad de puestos disponibles. El nivel respaldo asignado será aquel con (N) mayor, es decir, el que se encuentra más lejano al ingreso.
- Cuando $k=12$, se regresa a la comparación entre niveles pivot (2.1).

Simbología:

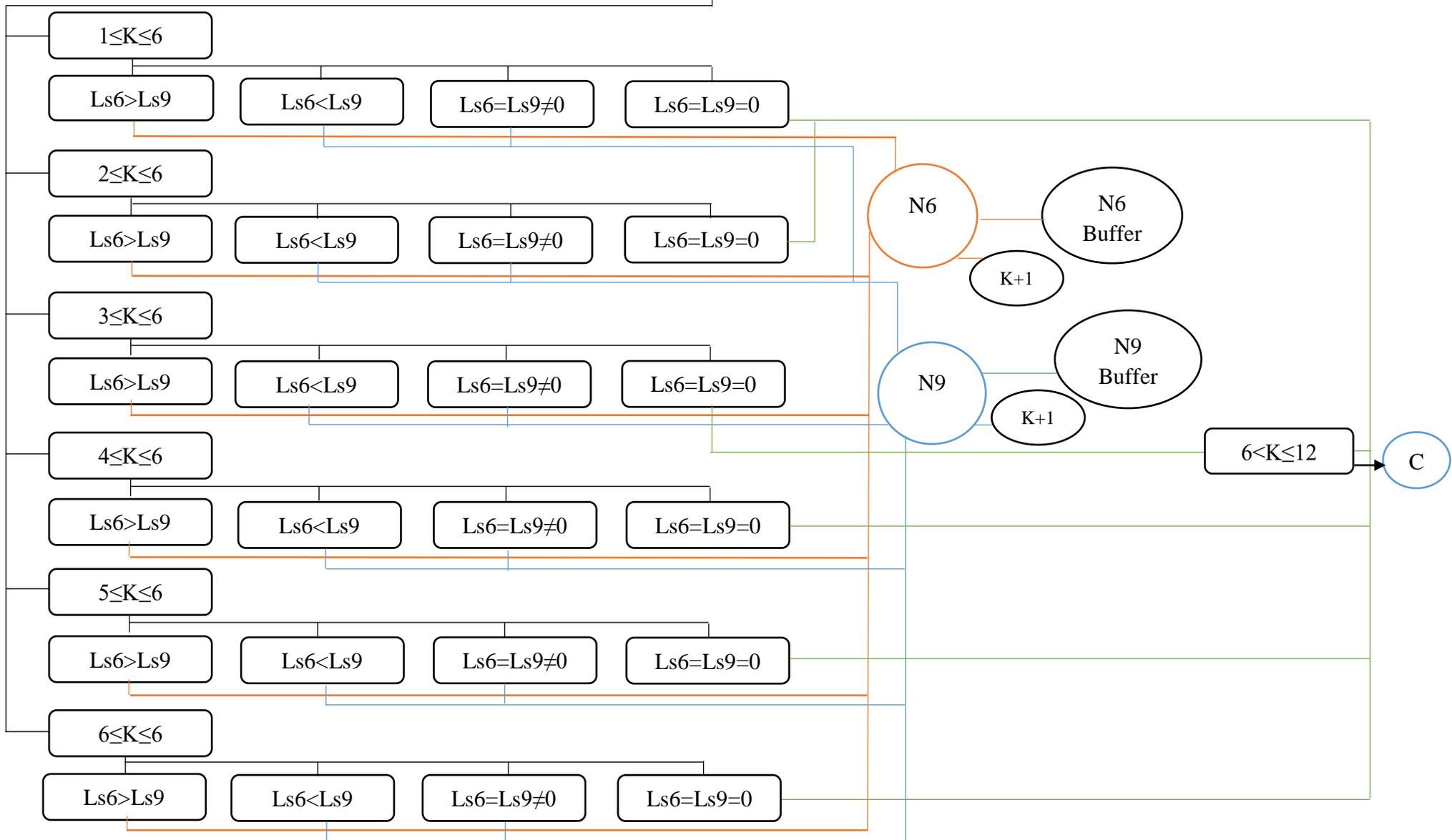
Ls: Puestos disponibles

N: Número del nivel

K: Contador

N_Buffer: Memoria de nivel asignado

INGRESO CARGADO
8:23am – 9:12:59am



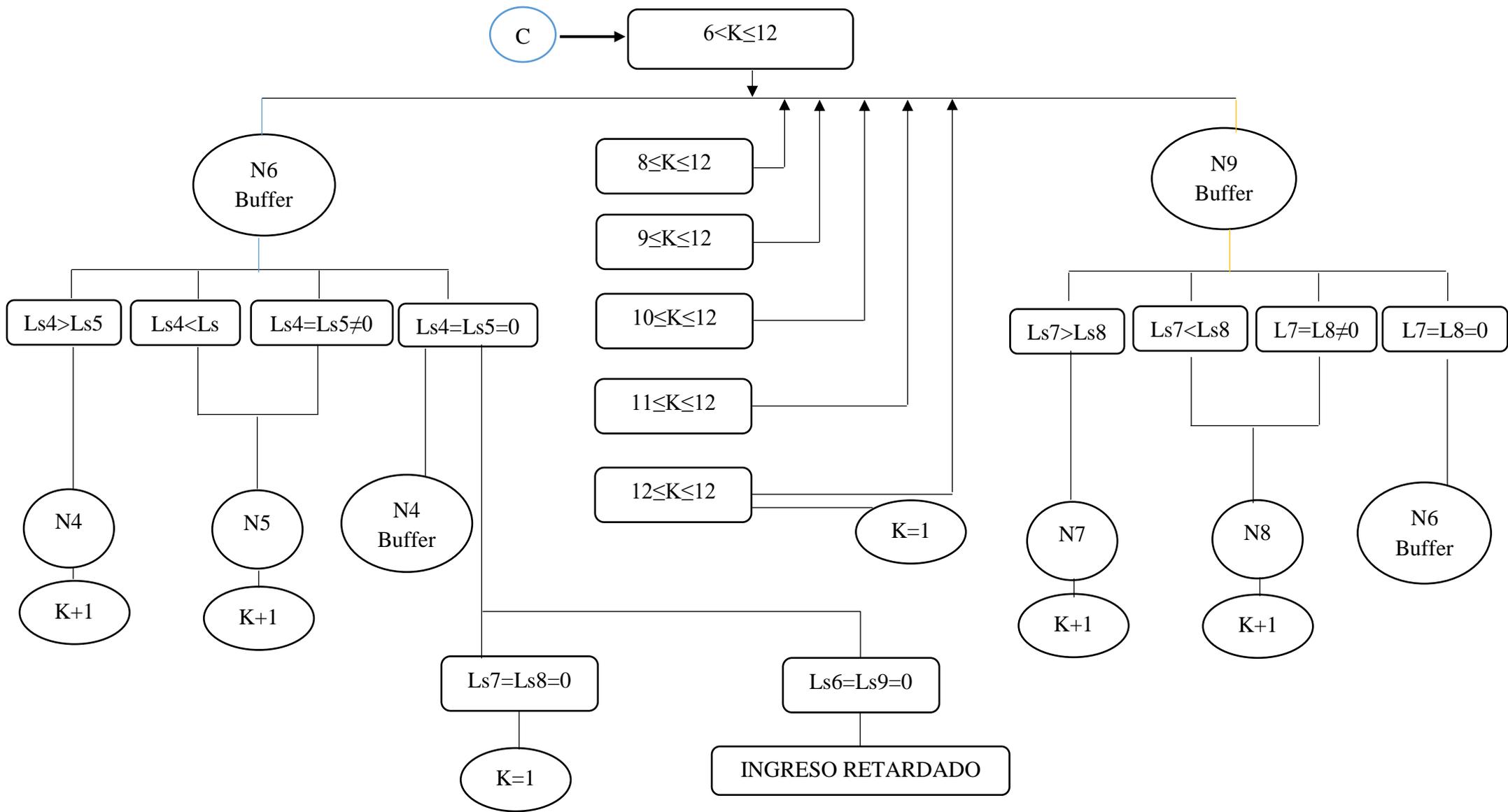


Figura 32. Ingreso cargado - flujograma 4

Flujograma 5: La Figura 33, muestra el esquema del grupo de ingreso retardado de 9:13 am en adelante.

Supuestos

- La asignación de niveles para parqueadero dentro de este grupo horario tomará en cuenta aquellos niveles con espacios disponibles (L_s) mayores a 0.
- Existirá un contador de cola ($k=0$) cuya función es evitar encolamiento dentro de un mismo nivel. Este contador se usará para la interacción entre niveles. Con cada asignación de un puesto, el contador (k) aumenta en 1. Cuando el contador (k) llegue a 6 regresará a 0.

Ejecución

- El criterio para seleccionar el nivel cuando $0 \leq k \leq 6$, será:
 - El nivel asignado será aquel con (N) mayor, es decir, el que se encuentra más lejano al ingreso y que tenga espacios disponibles.

Simbología:

L_s: Puestos disponibles

N: Número del nivel

K: Contador

K': Variable tipo entero

N_Buffer: Memoria de nivel asignado

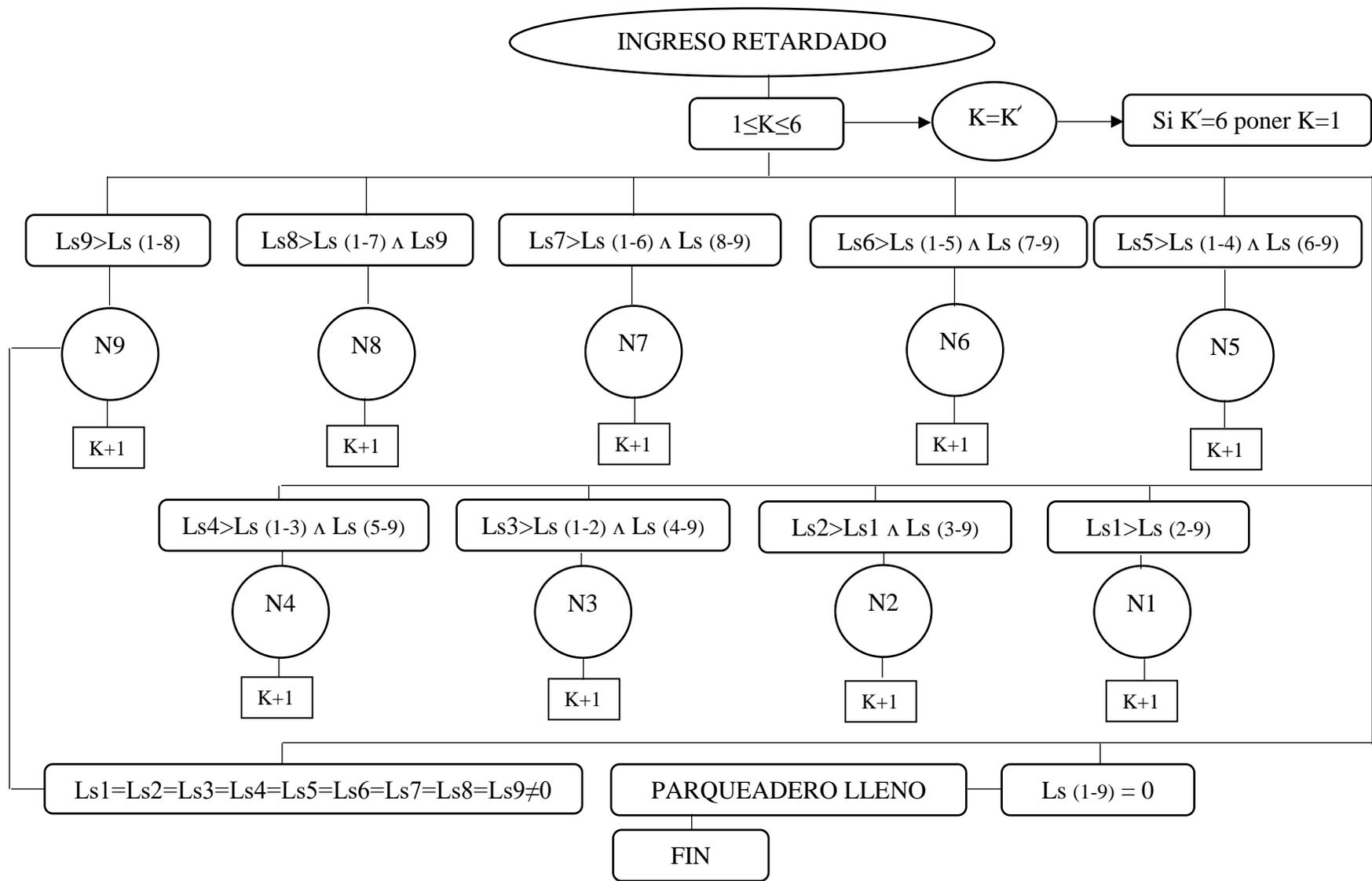


Figura 33. Ingreso retardado - flujograma 5

3.5. Implementación de infraestructura lógica

Es necesario analizar el sistema como una aplicación WEB que permite asignar diferentes niveles de parqueadero a los empleados que trabajan en el nuevo edificio de Telefónica a través de la digitalización de un algoritmo. La herramienta digital fue implementada en un lenguaje de código abierto como es PHP, enfatizando en la descripción de los detalles de comunicación con los equipos utilizados en la infra estructura física. Su interpretación de alto nivel, embebido en páginas HTML y ejecutadas en un servidor, le permite a la aplicación procesar información, generar contenidos dinámicos, realizar consultas a bases de datos, entre otras funciones.

Para el consumo del servicio desde un servidor y el desprendimiento de información de interés asociada a cada área, se torna necesario el uso de un navegador que permita cargar las diferentes páginas, de ahí la necesidad de incorporar NUCS con navegadores. Por las prestaciones de complementos y plugins se utilizó GOOGLE CHROME.

En la Figura 34, se detallan las páginas PHP creadas, donde cada una cumple una función específica. No todas las páginas son mostradas a los usuarios y al contrario dependiendo del tipo de operador del sistema los perfiles y permisos de accesibilidad varían. Para la navegación existe una estrecha interrelación entre cada página creada y la bidireccionalidad de información se convierte en requerimiento necesario para permitir que datos de interés sean usados como parámetros en otras páginas.

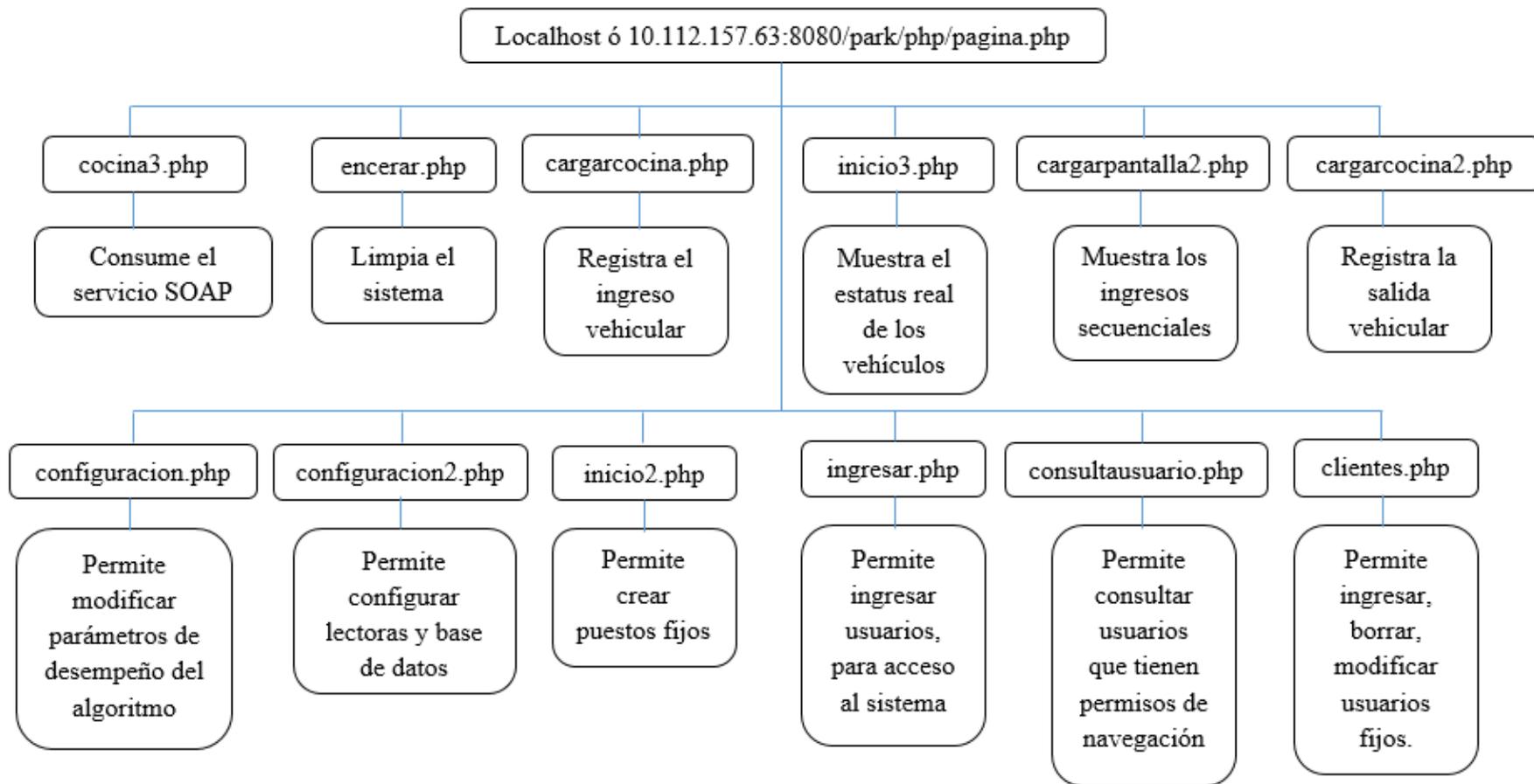


Figura 34. Descripción de páginas de navegación

Todos los códigos PHP fueron agregados en una partición específica en el servidor para permitir el posterior acceso con interfaces amigables para los usuarios y operadores. La Figura 35, muestra la página principal para el ingreso al sistema, la cual obliga a que los operadores ingresen sus credenciales de acceso como son el usuario y la clave.

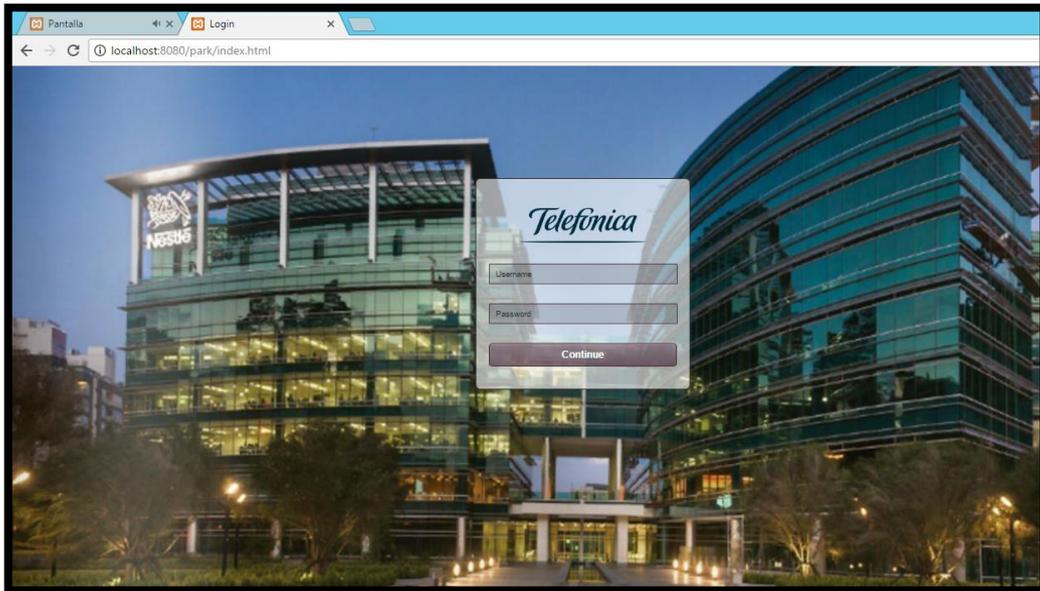


Figura 35. Página principal de acceso al sistema WEB

La Figura 36, muestra todas las funciones asociadas a un usuario master, es decir puede acceder a la visualización del estatus real, acceder a la configuración de los parámetros asociados al desarrollo del algoritmo, modificación y creación de usuarios con puestos fijos, y la creación de usuarios para el manejo de la herramienta.

En el desarrollo se consideraron distintos niveles de seguridad es así que un usuario master, tiene las credenciales necesarias para crear y agregar nuevos usuarios cada uno con permisos y restricciones de funciones para el manejo de la herramienta.



Figura 36. Ingreso y consultas de usuarios del sistema

La Figura 37, muestra los usuarios que se pueden crear, recordando que sus funciones o niveles de acceso son diferentes, estos son: usuario master, usuario común y operador.

Figura 37. Tipos de usuarios del sistema

Las credenciales de acceso asociadas a un usuario son únicas, necesarias e importantes, ya que en caso de que el usuario haya extraviado o perdido sus datos, no podrán ingresar al sistema, tal como se muestra en la Figura 38, esto debido al grado de seguridad con el que cuenta el sistema.



Figura 38. Validaciones incorrectas

Después de que el usuario haya ingresado en la herramienta, podrá navegar y familiarizarse con los diferentes menús de configuración del sistema. La Figura 39, muestra la función Estatus donde se monitorea el estado actual y real del parqueadero detallando todos los niveles (1 – 9). Los puestos de color verde son los disponibles. Los puestos de color azul, corresponden a usuarios fijos (personas embarazadas, discapacitadas, VPS, etc). Los puestos de color rojo, corresponden a todos los lugares que han sido ocupados por los diferentes usuarios.

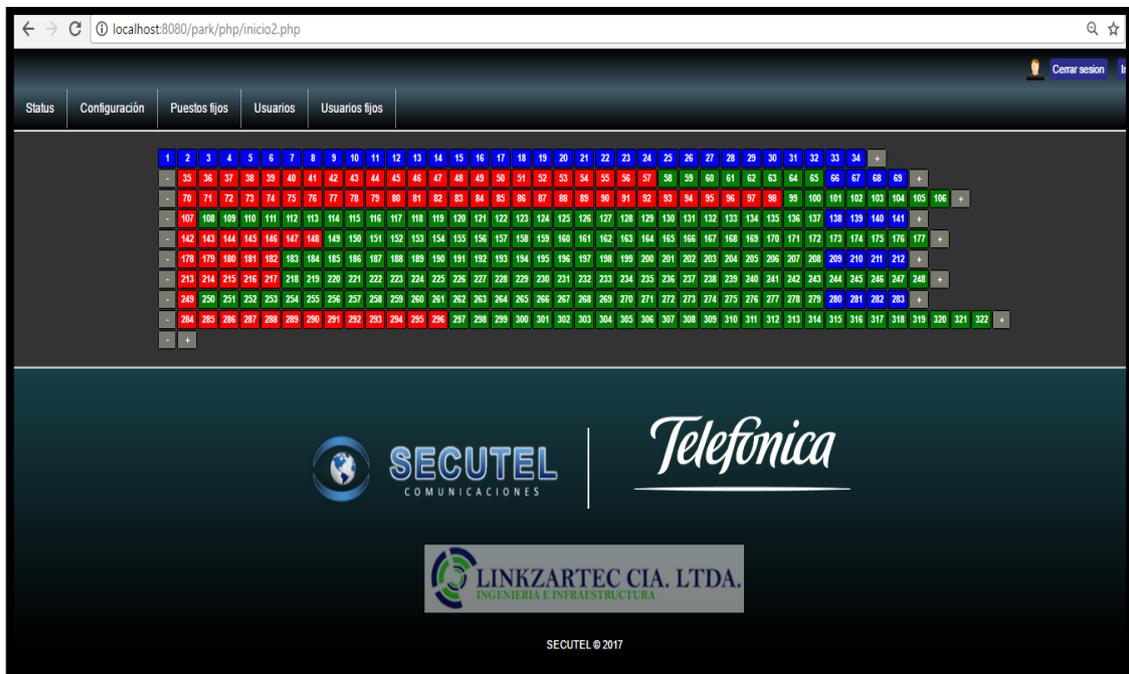


Figura 39. Estatus del parqueadero

El estatus de un puesto puede ser modificado, de acuerdo a los requerimientos del usuario, esta función es limitada para personas que no cuenten con los permisos necesarios. La Figura 40, muestra que se puede conmutar un puesto a cualquiera de los tres estados antes mencionados.

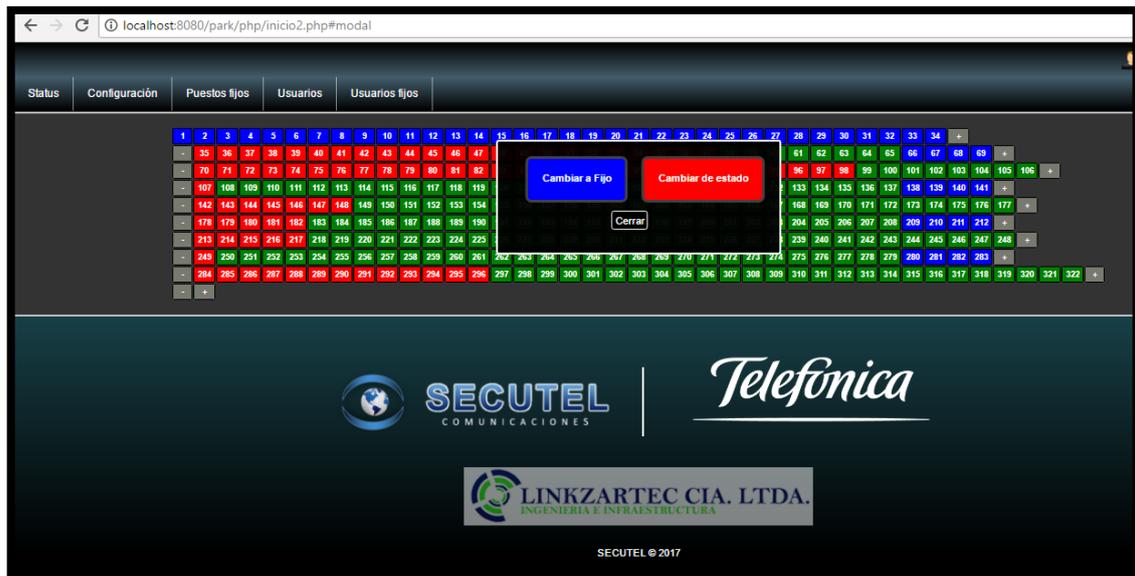


Figura 40. Modificación del estatus de un puesto

La Figura 41, muestra la pestaña configuración, la cual permite modificar a conveniencia los parámetros de desempeño del algoritmo, así como de la conexión con la base de datos, enfocados en mejorar el desempeño del sistema de asignación de parqueaderos.



Figura 41. Parámetros de configuración

Los valores del algoritmo están sujetos a modificaciones, y pueden alterarse de acuerdo a las necesidades que puedan surgir a futuro. La Figura 42, muestra los parámetros recomendados los cuales responden a patrones de desempeño mínimos exigidos y deseados, además de que previo a su implementación se realizaron un sin número de pruebas para garantizar el funcionamiento esperado.

Niveles Pivot

Pivot 1	6	Respaldo 1	4	Respaldo 2	5
Pivot 2	9	Respaldo 2	7	Respaldo 2	8

Franja horaria

A - Hora inicio	00:00	Hora fin	08:22	
B - Hora inicio	08:22	Hora fin	09:12	
C - Hora inicio	09:12	Hora fin	00:00	

Límites algoritmo

Limite inferior	6	Limite superior	12
-----------------	---	-----------------	----

Valores contador

K (Contador 1)	11	Ultimo Pivot	6	L (Contador 2)	1
----------------	----	--------------	---	----------------	---

Figura 42. Parámetros de configuración del algoritmo

Los parámetros de configuración de la Base de Datos, responde a un trabajo en conjunto con el sistema CardAccess del Telefónica. Debido a que las conexiones fueron realizadas en paralelo en el panel de accesos entre la RFID y la lectora tanto de entrada como de salida, es necesario en los parámetros de configuración “LECTORAS DE ENTRADA” y “LECTORAS DE SALIDA”, únicamente ingresar o referenciar una sola lectora, como se puede observar en la Figura 43. Adicional los nombres en estos campos, deben ingresarse de la misma manera como se muestran el sistema de gestión de accesos de Telefónica, de no ser así, puede provocarse lecturas erróneas o incluso la falla total de lecturas en el sistema.

Para ingresar un usuario fijo, es necesario previamente conocer los nombres exactos con los que fueron ingresados en la base de datos del sistema CardAccess. La Figura 45, muestra la pestaña “Usuarios fijos” donde se ingresan los nombres.

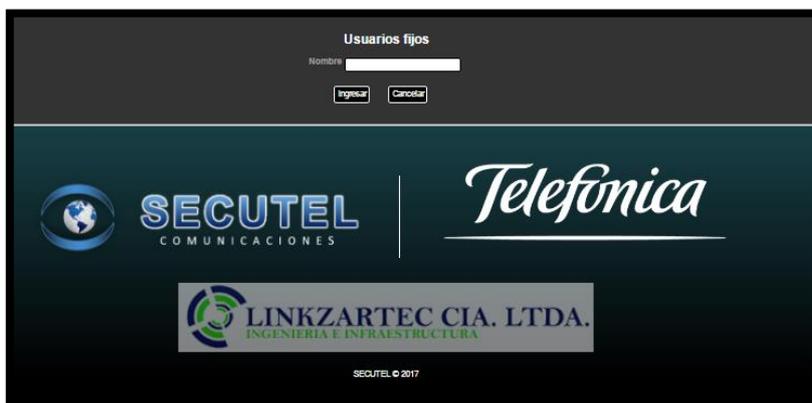


Figura 45. Función de ingreso de usuario fijos

Si un usuario no ha sido ingresado anteriormente, no se mostrarán coincidencias en la viñeta inferior. Mientras que, si el usuario ya consta en la base de datos local, como usuario fijo, se podrá seleccionar el usuario e inmediatamente se habilitará la opción para eliminar este usuario como fijo, como se muestra en la Figura 46. Las bases de datos locales donde se almacenan los usuarios fijos, así como también los usuarios del sistema creados a través de la herramienta digital, se almacenan en una tabla diferente a la general o principal del sistema nacional de accesos.

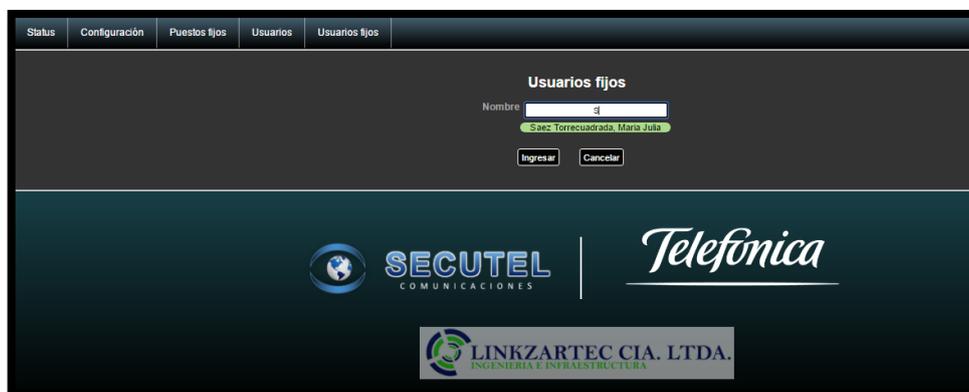


Figura 46. Registro de usuarios fijos

El consumo del servicio se lo realiza a través de dos mini procesadores que tienen conectados sus respectivas pantallas de visualización. La primera pantalla ubicada en el ingreso de los vehículos, permite a los usuarios conocer junto a su nombre el nivel de asignación de parqueadero al cual deberán dirigirse. Como se muestra en la Figura 47, el mensaje distingue el usuario específico que desea ingresar al parqueadero.

Si un usuario es creado previamente como fijo, al momento de su registro y posterior identificación únicamente observará un mensaje de bienvenida junto a sus nombres. Mientras tanto que, si un usuario no tiene permisos de ingreso, podrá leer un mensaje donde se le informe que no posee los accesos necesarios para hacer uso del parqueadero.



Figura 47. Pantalla de visualización en entrada

La primera pantalla a pesar de estar destinada para mostrar la asignación de lugares al ingreso de los cooperadores, también consume el servicio de salida vehicular, esto se debe a las condiciones de diseño y ubicación de los equipos



Figura 48. Consumo de servicio de salida vehicular

Como se muestra en la Figura 49, la segunda pantalla es únicamente destinada para mostrar un historial de las últimas cinco asignaciones a los diferentes niveles de parqueadero.

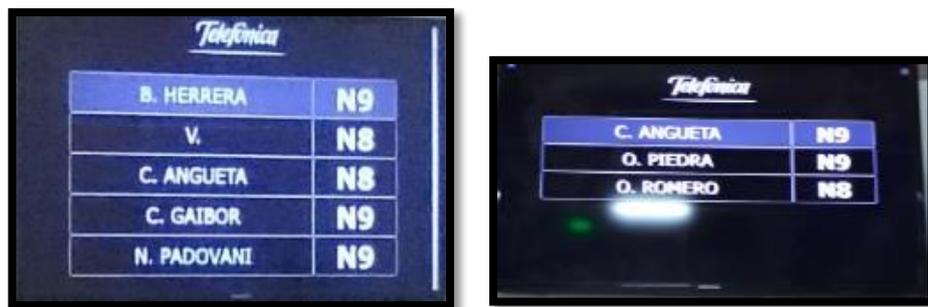


Figura 49. Histórico de asignación

Finalmente, la herramienta digital, tiene conexión en una de sus páginas PHP (cocina3.php) con el servidor de mensajería SMS de la empresa Telefónica. En la Figura 50, se muestra un ejemplo de un mensaje con la información previamente enviada al servidor, que es recibida en los dispositivos móviles de cada cooperador.

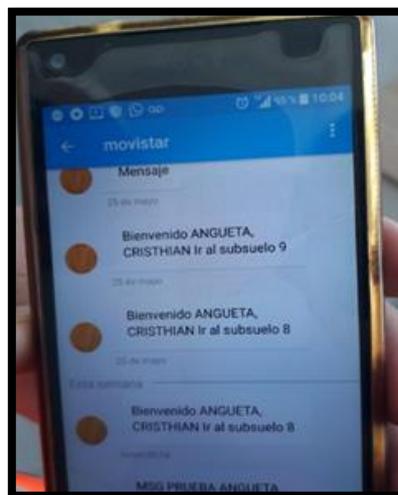


Figura 50. Envío de SMS a dispositivos móviles

3.6. Evaluación de resultados

Posterior a la implementación de la herramienta digital se realizó una evaluación real de las implicaciones y desempeño que tiene el sistema de asignación automática de parqueaderos. Para ello el primer trabajo experimental realizado, es la medición de tiempos reales de las respuestas del sistema al momento de ingresar al parqueadero e informarle al usuario sobre su nivel de circulación específico al cual deberá dirigirse. La Tabla 15, describe los valores aleatorios tomados en distintos horarios del ingreso de los cooperadores y a través de las diferentes fuentes de lectura como son las RFID y las lectoras de proximidad.

Tabla 15. Valores experimentales

N° de Prueba	Reconocimiento (segundos)		Asignación y despliegue de información (segundos)
	RFID (s)	Lectora (s)	
1	1,2		2
2	1,3		2
3	1,1		2
4		10	2,3
5		8,5	2,2
6	1		2,8
7	1,2		2,6
8	1,1		2,9
9	1,3		2,3
10	1,5		2
11	1,0		2
12		9,1	2
13	1,3		2,7
14	1,4		2,8
15		10	2,8
16	1,5		2,7
17	1,5		2,9
18		9,4	2
19	1,5		2,5
20		8,6	2,7
21	1		2,3
22	1,4		2,5
23	1,2		2,7

24	1,1		2,8
25	1,3		2,6
26	1		2,9
27	1,2		2,5
28	1,3		2,6
29	1,2		2,5
30	1,8		2,4
31	1		2,4
32	1,2		2,3
33		9,2	2,3
34	1		2,2
35	1,5		2,1
36	1,5		2,1
37		10	2
38		8,7	2,7
39		8,8	2,8
40	1,4		2
41		10	2,6
42	1,5		2
43	1,2		2,5
44	1,3		2,4
45		10	2,4
46	1,5		2,3
47	1,2		2,3
48	1,4		2,2
49	1,4		2
50		8,6	2,1
51	1,2		2,7
52	1		2,8
53	1		2,9
54		9,1	2,5
55	1,2		2,6
56		9,6	2,3
57	1,3		2,4
58	1,5		2,4
59	1,5		2,2
60	1		2
Suma	57,2	139,6	144,5

De un total de 60 mediciones aleatorias realizadas, se identifica que el 75% de cooperadores hacen uso del reconocimiento por RFID para su ingreso, el restante 25% por

razones desconocidas utilizan el método alterno de ingreso al parqueadero como es su tarjeta de proximidad.

Tabla 16. Tiempos promedio de ingreso

Descripción	Reconocimiento		Asignación y despliegue de información (s)
	RFID (s)	Lectora (s)	
Suma	57,2	139,6	144,5
Mediciones	45	15	60
Promedio	1,27	9,30	2,40
Total de respuesta	3,67	11,7	

La Tabla 16, evidencia los tiempos promedios que se demora el sistema en reconocer a un usuario. Es así que si un cooperador hace uso de su TAG es reconocido para el sistema en 1,27 segundos (promedio) aproximadamente, mientras que el tiempo para informar al usuario el nivel al cual deberá dirigirse en la primera pantalla, es de 2,40 segundos (promedio) aproximadamente. Es decir que el sistema tardará aproximadamente 3,67 segundos en alertar e informar a un usuario su lugar de parqueadero.

De manera similar si un cooperador hace uso de su tarjeta de proximidad, es reconocido para el sistema en 9,30 segundos (promedio) aproximadamente, mientras que el tiempo para informar mediante la primera pantalla el nivel asignado al cual deberá dirigirse es similar al que se obtiene del reconocimiento mediante el mecanismo RFID es decir de 2,40 segundos (promedio) aproximadamente, esto debido a que el tiempo de procesamiento de información es independiente del mecanismo de lectura. Finalmente, el sistema tardará aproximadamente 11,7 segundos en alertar e informar a un usuario su lugar de parqueadero.

En este sentido es necesario realizar un análisis de los tiempos que se demoran los usuarios en encontrar un lugar de parqueadero sin la herramienta y compararlos con los

tiempos que se obtienen para encontrar un lugar de parqueadero con la ayuda del asistente digital.

Para esto se considera que la velocidad de circulación dentro del parqueadero no deberá sobrepasar los 20 km/h (5,55 m/s), y que las distancias a recorrer en cada nivel son de 90 metros aproximadamente. Es decir que en condiciones normales de circulación un usuario debería tardar 16,21 segundos en recorrer el nivel completo de manera horizontal, pero además se considera un rango de 3 segundos aproximadamente para circular en las rampas de acceso entre los diferentes niveles. Estos 19,21 segundos son considerados como base de tiempo de circulación cuando se utiliza la herramienta digital, debido a que el algoritmo garantiza el flujo continuo, evitando el congestionamiento de los vehículos dentro del parqueadero, a diferencia de una circulación sin asistente que genera aglomeraciones sobre todo en los primeros tres niveles.

En términos de respuestas de tiempo se adiciona a los 19,21 segundos mencionados anteriormente el tiempo promedio de reconocimiento que se demora el sistema en cada uno de los ingresos.

La Tabla 17, muestra el rango de tiempo aproximado que se demoran los usuarios en encontrar un lugar de parqueadero en los diferentes niveles de estacionamiento asignados en el horario de ingreso a las instalaciones relajado (00:00 – 8:23 am). Las mediciones sin la implementación del sistema se las realizó en los 9 niveles disponibles, sin embargo y bajo las condiciones de funcionamiento del algoritmo, las mediciones de tiempos con la implementación de la red de asignación de parqueaderos, solo se lo realiza entre los 3 primeros niveles. (N1, N2, N3).

Tabla 17. Comparación de tiempos en horario relajado

Nivel	Sin sistema		Con sistema			
			RFID		Lectora	
	Min (s)	Max (s)	Min (s)	Max (s)	Min (s)	Max (s)
1	10	25	7	20,71	13	27,21
2	28	53	23,71	39,92	30,21	46,42
3	56	81	42,92	59,3	49,42	65,63
4	84	109	62,3			
5	112	137	81,24			
6	140	165	100,45			
7	168	193	119,66			
8	196	221	138,84			
9	224	249	158,05			

Es evidente que la máxima optimización de tiempo ocurre cuando el sistema reconoce a un usuario mediante mecanismos inalámbricos (RFID).

La Tabla 18, calcula la diferencia de los tiempos máximos que un usuario demora en encontrar un lugar de parqueadero sin la utilización del sistema automático, cotejados con la utilización de la red de asignación automática de parqueaderos a través de los dos mecanismos de reconocimiento de usuarios.

La obtención de los valores promedios permite concluir que en el horario relajado y con la utilización del sistema existe un ahorro de tiempo de aproximadamente 39 segundos en cada ingreso diario. Traducido esto a un análisis mensual con 20 días laborales, el ahorro de tiempo en este horario es de 13 minutos. Este tiempo responde a la asignación de lugares de parqueo en los tres primeros niveles y tiende a incrementarse a medida que los puestos disponibles estén en los niveles más lejanos. Es necesario considerar que el tiempo de optimización puede ser empleado por cada uno de los cooperadores en la ejecución de varias actividades, enfocados principalmente en aumentar el tiempo de trabajo efectivo, el cual es uno de los objetivos de las empresas de producción privadas.

Tabla 18. Tiempos de optimización en horario relajado

Nivel	Diferencia 1	Diferencia 2
1	4,29	-2,21
2	13,08	6,58
3	21,7	15,37
4	30,76	
5	39,55	
6	48,4	
7	57,16	
8	65,95	
9	74,74	
Suma	355,63	
Promedio	39,5144444	33,0155556

La Tabla 19, evidencia el rango de tiempo aproximado que se demoran los usuarios en llegar a los diferentes niveles de estacionamiento en el horario cargado (8:23 – 9:15 am). Las mediciones sin la implementación del sistema se las realizaron en los 9 niveles disponibles, sin embargo y bajo las condiciones de funcionamiento del algoritmo, las mediciones de tiempos con la implementación de la red de asignación de parqueaderos, solo se lo realiza entre los niveles pivot (N6, N9) y los niveles respaldo (N4, N5, N7, N8).

Tabla 19. Comparación de tiempos en horario cargado

Nivel	Sin sistema		Con sistema			
			RFID		Lectora	
	Min (s)	Max (s)	Min (s)	Max (s)	Min (s)	Max (s)
1	10	35				
2	40	75				
3	80	115				
4	120	155	62,3	78,24	68,63	84,84
5	160	195	81,24	97,45	87,84	104,05
6	200	235	100,45	116,6	107,05	123,26
7	240	275	119,66	135,84	126,23	142,44
8	280	315	138,84	155,05	145,44	161,65
9	320	355	158,05	174,26	164,65	180,36

La Tabla 20, modela la diferencia de los tiempos máximos para encontrar un lugar de parqueadero sin la utilización del sistema automático, cotejados con la utilización del mismo y con los dos mecanismos de reconocimiento de usuarios.

La obtención de los valores promedios permite concluir que en el horario cargado y con la utilización del sistema existe un ahorro de tiempo de aproximadamente 97,51 segundos en cada ingreso diario. Traducido esto a un análisis mensual con 20 días laborales, el ahorro de tiempo en este horario es de 32,50 minutos.

Tabla 20. Tiempos de optimización en horario cargado

Nivel	Diferencia 1	Diferencia 2
1	14,29	7,79
2	35,08	28,58
3	55,7	49,37
4	76,76	70,16
5	97,55	90,95
6	118,4	111,74
7	139,16	132,56
8	159,95	153,35
9	180,74	174,64
Suma	877,63	819,14
Promedio	97,5144444	91,0155556

La Tabla 21, muestra el rango de tiempo aproximado que se demoran los usuarios en encontrar un lugar disponible de estacionamiento en el horario retardado.

Los niveles de asignación asociados a este horario, responden al funcionamiento del algoritmo, es decir están asociados los 9 niveles, debido a que la lógica de asignación empieza a llenar todos los puestos disponibles que en los anteriores horarios quedaron libres. Finalmente la Tabla 21, evidencia existe mayor optimización de tiempo cuando se utiliza el sistema de asignación de puestos de parqueadero a través de la antena RFID.

Tabla 21. Comparación de tiempos en horario retardado

Nivel	Sin sistema		Con sistema			
			RFID		Lectora	
	Min (s)	Max (s)	Min (s)	Max (s)	Min (s)	Max (s)
1	10	40	7	20,71	13	27,21
2	43	83	23,71	39,92	30,21	46,42
3	86	126	42,92	59,3	49,42	65,63
4	129	169	62,3	78,24	68,63	84,84
5	172	212	81,24	97,45	87,84	104,05
6	215	255	100,45	116,6	107,05	123,26
7	258	298	119,66	135,84	126,23	142,44
8	301	341	138,84	155,05	145,44	161,65
9	344	384	158,05	174,26	164,65	180,36

La Tabla 22, calcula la diferencia de los tiempos máximos para encontrar un lugar de parqueadero sin la utilización del sistema automático, cotejados con la utilización del mismo y con los dos mecanismos de reconocimiento de usuarios.

La obtención de los valores promedios permite concluir que en el horario cargado y con la utilización del sistema existe un ahorro de tiempo de aproximadamente 114,51 segundos en cada ingreso diario. Traducido esto a un análisis mensual con 20 días laborales, el ahorro de tiempo en este horario es de 38,17 minutos.

Tabla 22. Tiempos de optimización en horario retardado

Nivel	Diferencia 1	Diferencia 2
1	19,29	12,79
2	43,08	36,58
3	66,7	60,37
4	90,76	84,16
5	114,55	107,95
6	138,4	131,74
7	162,16	155,56
8	185,95	179,35
9	209,74	203,64
Suma	1030,63	972,14
Promedio	114,514444	108,015556

Capítulo 4

4.1. Conclusiones

El fundamento teórico permitió comparar y posteriormente seleccionar de manera adecuada las herramientas digitales y materiales utilizados para tener un diseño e implementación del sistema de asignación de parqueaderos ajustable a las características de desempeño demandadas por la empresa Telefónica.

El análisis de la infraestructura permitió tener un diseño real del sistema automático de asignación de parqueaderos ajustable a los requerimientos de la empresa Telefónica tanto de infraestructura física como lógica, para como producto final garantizar que los cooperadores que pagan mensualmente por el uso de las instalaciones, tengan un puesto para guardar el vehículo sin contratiempos y evitando encolamientos en la entrada principal y en los pasillos de circulación entre los sub suelos, a través de un algoritmo que tiene como objetivo principal avalar una fluidez vehicular constante para recorrer la totalidad horizontal de metros de cada nivel.

El diseño y posterior implementación del sistema automático de asignación de parqueaderos garantiza la optimización y ahorro de tiempo en la búsqueda de un lugar libre para estacionar un vehículo. Esto mediante la incorporación de mecanismos de reconocimiento de los usuarios en el ingreso principal a través de los TAGS (4,5 segundos aproximadamente) o de las tarjetas magnéticas (11 segundos aproximadamente), para posteriormente en 2 segundos informar el nivel a cuál deberá dirigirse el cooperador. Con este sustento en el horario de ingreso relajado y analizando 250 días laborables en un año, se tiene un ahorro de tiempo de 162.5 minutos. En el ingreso cargado se tiene un ahorro de 406.29 minutos y finalmente en el horario retardado se tiene un ahorro de 477.125 minutos

La herramienta digital creada es utilizada como complemento estadístico para obtener mejores réditos económicos aprovechando al máximo los índices de ocupación de los puestos del parqueadero en los diferentes horarios de ingreso y en el transcurso del día laboral. Adicional se considera también al software como un instrumento de administración y control de asistencia generando información de interés para departamentos como talento humano, contabilidad entre otros. Todo esto a pesar de que existe una limitación de uso del parqueadero generada principalmente por la disponibilidad de espacios físicos.

El análisis de resultados es una muestra clara que se tiene una optimización de tiempo diario, tiempo que traducido en términos globales representa un macro de ahorro grande para que las personas de la empresa puedan usar este tiempo en otras actividades de interés de la empresa

4.2. Recomendaciones

Con la visión de optimizar al máximo el tiempo para estacionar el vehículo es recomendable que los usuarios al momento de ingresar al parqueadero únicamente utilicen el mecanismo de reconocimiento inalámbrico y que el uso de lectoras de proximidad solo actúe como un sistema paralelo y netamente de respaldo, ya que como se observó en el análisis de resultados las lecturas inalámbricas presentan mayores beneficios en términos de ahorro de tiempo.

Para mejorar la autenticidad de respuestas del sistema se recomienda que se haga una depuración de la base de datos ya que esta información al ser a nivel nacional es amplia pero no es completa debido principalmente a que al momento de ingresar usuarios al sistema no se han llenado algunos campos necesarios de logeo (nombres y apellidos completos, número telefónico del celular de la empresa).

Se recomienda que el sistema incorpore un seguimiento de control y retroalimentación para dar cumplimiento estricto a que lo dispuesto por el algoritmo sea acatado por los usuarios en su totalidad.

Referencias

- [1] Universidad de Antioquia. (2013). Seminarios Estudios de Usuarios. Obtenido de http://docencia.udea.edu.co/bibliotecologia/seminario-estudios-usuario/unidad4/estado_arte.html
- [2] Asensio, P. P., & Villanova, R. (2015). Automatización de Procesos mediante la guía Gemma. Granada , España: UPC.
- [3] Cobo, R. (2013). Human Machine Interface. ABC de la Automatización, 2.
- [4] Arrieta, R. A., & Piedra, Ó. A. (2015). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO VIRTUAL Y REMOTO PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE CONTROL DE PROCESOS (Vol. 1). Quito, Pichincha, Ecuador: Trabajo de Titulación - Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- [5] Dueñas, O. F., Olvera, H. R., & Beltrán, J. J. (2010). Telmedicina y cirugía robótica (Vol. 3). México.
- [6] Guzmán Castillo, P. F., Medina Villalobos, J. A., & Gualdrón González, O. (2011). Reconocimiento automático de placas de automóviles: automatización de parqueaderos. En Energía y computación (Vol. XI). Santander, Colombia.
- [7] Neto Lema, A. M. (2015). Diseño e implementación de un sistema de video vigilancia y un sistema electrónico para la automatización de parqueaderos del Centro Comercial Paseo San Francisco de Quito. Quito, Pichincha, Ecuador.
- [8] Baquerizo Rodríguez, M. J. (2018). Prototipo de un sistema de control de parqueaderos con monitoreo y notificaciones para celulares, controlado mediante dispositivos con sistema android desarrollado con tecnología arduino y software open source. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- [9] Constituyente, A. (2008). CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. Ecuador.
- [10] Alijama, J. M. (2014). Políticas de seguridad y salud en el trabajo. Reglamento de Telefónica Movistar.
- [11] Delgado, F. J., & Velazquez Amador, C. E. (2014). PROBLEMARIO DE ALGORITMOS RESUELTOS CON DIAGRAMAS DE FLUJO Y PSEUDOCÓDIGO. Agua Caliente: Aniversario UAA.
- [12] Vásquez, C. V. (2015). Metodología de la Programación I. Monterey.

- [13] Duch, A. (2007). Análisis de Algoritmos. Barcelona - España.
- [14] Saz, O., Buera, L., Lleida, E., & Ortega, A. (2011). Algoritmos de Compensación de Características Cepstrales para. Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones, Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza.
- [15] Jiménez, D. M., Hernández, J., Paré, R., Casillas Santillán, L., Costa, D., & Pérez, O. (2005). Bases de datos. Catalunya: Eureka Media.
- [16] Uribe, V. E., Castor, H., & Martinez, D. L. (2015). Aplicación WEB con acceso a base de datos en sistemas multiplataforma. Paraguay.