



Instituto Politécnico Nacional

Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y  
Tecnologías Avanzadas



“Prototipo para el control de acceso a estacionamiento privado,  
mediante la detección de placas vehiculares por medio de  
inteligencia artificial”

Alumnos:

Chilpa García Elliot Allan  
Yáñez Ramírez Edgar

Asesores:

Dra. Izlian Yolanda Orea Flores  
Dra. Bella Citlali Martínez Seis

### Resumen:

En el presente trabajo presenta el desarrollo de un prototipo de sistema para la gestión y control de acceso a un estacionamiento, tiene como objetivo principal el proporcionar un control automatizado a la hora del ingreso de vehículos que tienen permitido el acceso, así como ser una herramienta de logística y eficiencia de un estacionamiento privado a través de un acceso autónomo mediante la detección de las placas del vehículo, junto con una doble validación respaldada con una tarjeta RFID.

La detección de placas hará uso de procesamiento de imágenes y algoritmos de inteligencia artificial con la cual se haría un reconocimiento de patrones para una validación automatizada de que vehículos pueden acceder. Junto con un sistema que gestionará el acceso al estacionamiento y así proporcionar un control logístico. Por lo que se van a proporcionar dos servicios principales: el acceso a los usuarios fijos y acceso a usuarios temporales.

**Palabras clave:** inteligencia artificial, reconocimiento de patrones, procesamiento de imágenes, placas, control logístico, tarjeta RFID.

# ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>Introducción:</b> .....	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Planteamiento del Problema:</b> .....	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Propuesta de Solución:</b> .....	<b>6</b>
<b>3.1.</b>	<b>Alcances:</b> .....	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>Objetivos:</b> .....	<b>12</b>
<b>4.1.</b>	<b>Objetivo General:</b> .....	<b>12</b>
<b>4.2.</b>	<b>Objetivos Específicos:</b> .....	<b>12</b>
<b>5.</b>	<b>Estado del Arte:</b> .....	<b>12</b>
<b>6.</b>	<b>Marco Teórico:</b> .....	<b>15</b>
<b>7.</b>	<b>Escenario de Pruebas:</b> .....	<b>19</b>
<b>8.</b>	<b>Cronograma de Actividades:</b> .....	<b>20</b>
<b>9.</b>	<b>Bibliografía:</b> .....	<b>22</b>

## **1. Introducción:**

El desarrollo urbano descomunal ha derivado en el crecimiento acelerado de los vehículos en circulación. Por ello en las grandes ciudades, se vuelve prácticamente una necesidad el tener un mejor control sobre los espacios en donde se puedan estacionar los vehículos. Lamentablemente la inseguridad en México también ha tenido un crecimiento junto con el crecimiento de la población, cifras de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) revelan que, en México, durante los últimos 12 meses, fueron robados 77 mil 206 vehículos asegurados. Esta estadística arroja que de julio 2019 a junio 2020, se hurtaron en promedio 211 unidades por día [1]. Sin embargo, esta cifra podría ascender en gran cantidad ya que muchos de los vehículos robados no son asegurados.

El crecimiento urbano desmedido, nos demanda una constante innovación en el desarrollo tecnológico de los sistemas. Especialmente en los sistemas enfocados a la automatización de procesos, por lo que otorgar un grado mayor de seguridad en actividades cotidianas, junto con una mejor integración de distintas tecnologías. Se convierte en una parte importante del proceso de mejora para este tipo de sistemas, lo cual nos beneficia con la pronta integración de dichas tecnologías.

El control de acceso vehicular a un estacionamiento privado puede ser muy sencillo de resolver, haciendo uso de distintos sistemas ya existentes. Sin embargo, mediante la modernización de los sistemas de acceso vehicular, se busca minimizar los principales fallos que se presentan en algunos de los sistemas ya existentes. Principalmente los sistemas supervisados por personal humano, ya que estos son los encargados de gestionar el proceso de ingreso al establecimiento.

La implementación de dispositivos y tecnologías que ayuden a la identificación de características especiales, como la identificación de símbolos de una placa vehicular. Serán de gran ayuda para la automatización de determinados procesos, lo cual nos proporciona poder otorgar más servicios, de esta manera se obtiene una ventaja con respecto a otros sistemas.

Así que en el presente trabajo se busca el desarrollo de un prototipo de sistema que permita tener controlar el acceso a un estacionamiento privado. Se almacenará determinada información que nos ayude a proporcionar una mejor gestión del acceso. Se propone hacer detección de las placas vehiculares, haciendo uso de tecnologías como el procesamiento de imágenes y el uso de inteligencia artificial.

## 2. Planteamiento del Problema:

En México la población creció en 13.7 millones de personas respecto a 2010, con la que la tasa de crecimiento promedio anual en la última década es de 1.2% [2], junto con el crecimiento de la población el incremento de los vehículos de motor ha aumentado en los últimos años a lo que la cifra para el año 2022 es de 55,167,421 vehículos de motor registrados en circulación [3].

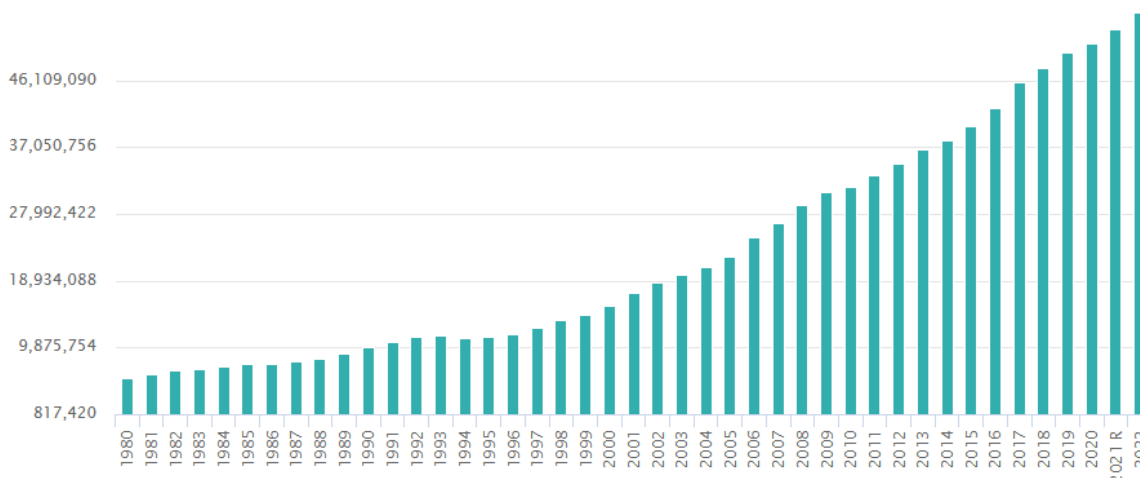


Figura 1: Gráfica del crecimiento de los vehículos de motor registrados en circulación en México [3].

La movilidad urbana ha incrementado provocando una congestión vehicular que se vio reflejada en los tiempos de traslados en la Ciudad. La consultora TomTom, especializada en sistemas de navegabilidad, publicó su Índice sobre Congestión Vehicular en 2021 y colocó a la Ciudad de México en el lugar 28 de urbes con más tráfico vial del mundo. Durante 2021, los tiempos de traslado fueron 38% mayores a las condiciones normales debido al tráfico. Por la congestión vehicular se perdieron cerca de 90 horas durante todo el 2021 [4].

Sin duda, los problemas de congestión vehicular se extienden a más de un factor ya que la centralización de la actividad económica y laboral en la Ciudad de México afecta de manera desproporcionada a los residentes de alcaldías ubicadas en las periferias [4]. Por lo cual los sistemas de estacionamiento se vuelven necesarios ya que todos esos viajes en vehículo privado que se realizan para transportarse a la ciudad terminan en un estacionamiento dentro de la ciudad.

Por su parte la congestión no ha sido el único problema que se ha presentado derivado de este desarrollo urbano desmedido y la inseguridad en la ciudad también ha crecido, por lo que hacer uso de sistemas que ofrezcan un grado mayor de seguridad en el acceso con respecto a otros sistemas es simplemente otra razón para adoptar nuevas tecnologías a este campo.

Es importante mencionar que la extracción de un vehículo de un estacionamiento público es una realidad ya que solo basta con imaginar que alguien entra al estacionamiento sin introducir un vehículo, obtiene un boleto, después elige a una víctima, abre el carro, lo hace andar, sale con él y entrega el boleto que obtuvo antes, nadie sospecha en estos casos, al menos así lo afirma el blog de Seguridad Previa (empresa dedicada a servicios de seguridad) [4].

Ya que existen estacionamientos estos necesitan de sistemas para poder controlar y gestionar el acceso a los lugares, pueden ser tanto manuales que los opera algún humano y los sistemas autónomos, los principales sistemas son: los supervisados por humanos, la pluma de estacionamiento, el acceso mediante una tarjeta RFID. Estos sistemas llegan a sufrir de distintas deficiencias como son en el control de acceso, el registro o almacenamiento información importante y sufren de fallas como son los errores de las herramientas que permiten el acceso, a lo cual se desea solucionar con un nuevo sistema más sofisticado.

En la actualidad el sistema ANPR es un sistema de control de acceso al estacionamiento que permite el libre flujo de vehículos. El flujo libre se refiere a la capacidad del sistema para identificar automáticamente el vehículo al entrar o salir de una instalación [5]. Sin embargo, este sistema solo trabaja con la detección de la placa vehicular a diferencia de este proyecto, la principal diferencia es que se contará con una doble validación tanto de la placa como de una tarjeta RFID.

Considerando que ya existen distintos sistemas y que el más reciente y sofisticado es más complejo y soluciona la problemática ya planteada esto no evita que la solución existente, está disponible solo para los países y sectores con más recursos junto con que esta tecnología es muy cara para implementarla en todos los sectores. Incluso que se desearían los antiguos sistemas para usar el más reciente a lo cual generaría un costo elevado, tanto para deshacerse de la basura tecnológica del antiguo sistema junto con el gasto de adquirir el nuevo sistema.

En el contexto de la deficiencia de los sistemas empleados actualmente en México para el control, gestión y falta de seguridad al momento del acceso a un estacionamiento privado, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo hacer uso de los conocimientos telemáticos en el desarrollo de un prototipo para el control de acceso a un estacionamiento mediante la detección de las placas vehiculares, en conjunto con una validación RFID?

### **3. Propuesta de Solución:**

Se busca proporcionar una actualización a los sistemas de control de acceso empleados hoy en día como son los sistemas de control de acceso vehicular que utiliza tarjetas RFID, al igual que dicha alternativa permita disminuir los costos de los sistemas de control de acceso modernos. Por lo que de esta forma se pueda mejorar algunas deficiencias presentes en los sistemas de control tales como: los principales problemas de logística y eficiencia.

Se propone generar un prototipo de sistema de control de acceso que sea capaz de controlar y gestionar el acceso a un estacionamiento privado, capacitado para ser seguro y flexible promoviendo de esta forma su fácil adaptabilidad a diversos espacios, haciendo uso del procesamiento de imágenes al igual que de inteligencia artificial. Lo cual nos permitirá hacer uso de las placas vehiculares como método de validación para ingresar a un establecimiento y en conjunto con tecnología RFID como llave de acceso al estacionamiento. De esta forma poder solventar los problemas de ineficiencia o fallas de otros sistemas, buscando generar una actualización, tanto de tecnología, seguridad y eficiencia en el control de acceso al lugar.

Así mismo, se desea agregar un gestor del acceso al estacionamiento de manera remota el cual será controlado por un administrador. Para hacer más eficiente el proceso de solicitud y validación del acceso ya que el sistema no es solo para los usuarios habituales, sino también para los usuarios esporádicos como son las visitas o proveedores. Los cuales no tienen un acceso permanente, sin embargo, en ocasiones llegan a necesitar acceso y se vuelve necesario otorgar un permiso temporal. Dicho permiso se solicita con anticipación, de tal forma que se facilitara esos accesos temporales únicamente con una petición al supervisor del sistema para que el supervisor suba al sistema en número de la placa vehicular. El sistema corroborara si se encuentra algún espacio disponible a la hora deseada para permitir el acceso temporal.

En la Figura 2 se ejemplifica un poco el funcionamiento propuesto del sistema, describiendo las actividades que realiza el usuario y como el sistema respondería para permitir el acceso o la salida al estacionamiento, Esto debido a que la implementación del sistema está prevista para realizarse en un futuro cercano y aún no se conoce de manera precisa todas las actividades y conocimientos que se realizaran para que el prototipo pueda realizar todas las funciones propuestas.

Inicialmente la idea de un estacionamiento es muy sencilla ya que el conductor requiere ingresar a un establecimiento sin la necesidad de realizar muchas actividades, ya que eso únicamente entorpecería el correcto funcionamiento del sistema.



Figura 2: Diagrama del funcionamiento del sistema usuario fijo

Primero el proceso de ingreso para un usuario fijo implica recuperar los datos de la tarjeta RFDI al igual que obtener de los caracteres de la placa vehicular mediante procesamiento de imágenes e inteligencia artificial. Una vez recuperados esos datos serán comparados con respecto a una lista de usuarios válidos para el acceso en una base de datos.

El sistema tomará la decisión de permitir el acceso o no permitirlo, por su parte al momento de validar que la información sea correcta para permitir el acceso se llevará una gestión sobre el ingreso, dicha gestión se refiere a almacenar la información del vehículo que ingreso, la hora de acceso al estacionamiento y en casos especiales como lo es el caso de usuarios temporales el sistema nos dará información de cuánto tiempo tiene para acceder al estacionamiento.

En la Figura 3 se ejemplifica el proceso que conllevarían los usuarios temporales.



Figura 3: Diagrama petición de acceso temporal

Los usuarios temporales, no contarán con la doble validación haciendo uso de tarjeta RFID y la detección de placa particular del vehículo. Para este caso particular se permitirá el acceso únicamente mediante la detección de la placa vehicular, los usuarios temporales solo tendrán acceso al estacionamiento un tiempo delimitado por el administrador. Dicho tiempo dependerá si es una visita o un distribuidor de productos para el establecimiento y debido a que el tiempo de estancia no es el mismo en los diferentes casos el administrador podrá colocar el tiempo que se permitirá para el acceso.

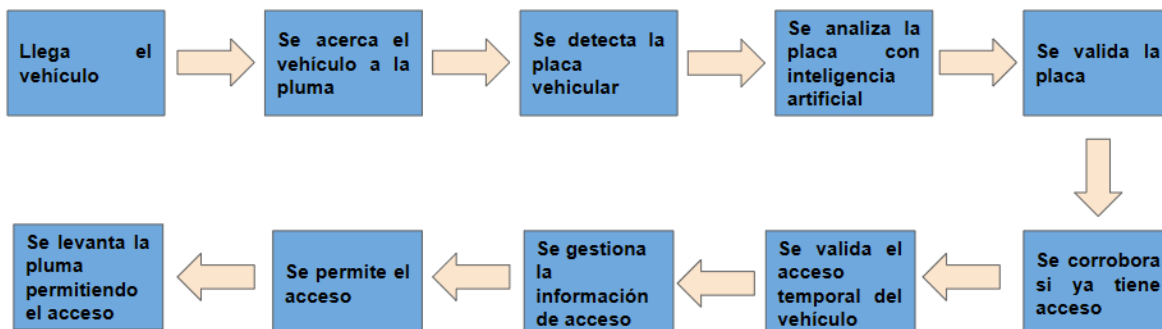


Figura 4: Diagrama de funcionamiento del sistema usuario temporal

Estos diagramas describen las partes importantes que integran al sistema y se mencionan las partes que tendrá el sistema, al momento de su realización. En la Figura 5 se describirán las partes del hardware y software de manera general.

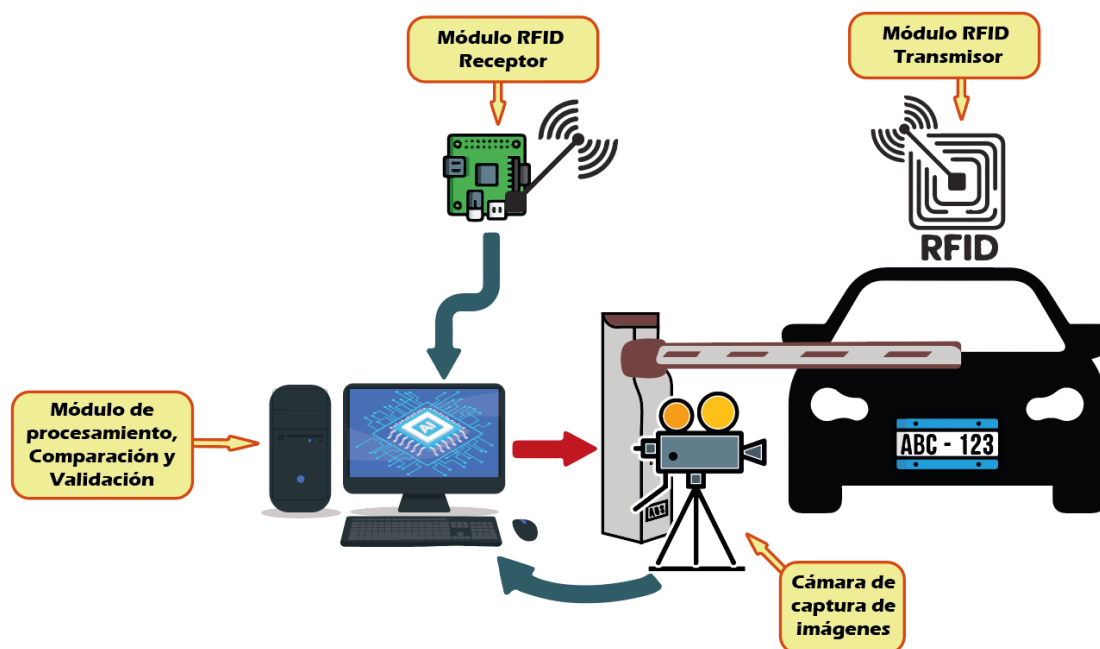


Figura 5: Diagrama de las partes fundamentales del sistema



Los módulos que componen al sistema planteado son: Por un lado, se encuentra el hardware en donde se encuentra con una cámara para el reconocimiento de la placa, un sensor para la tarjeta RFID y el mecanismo de barrera de bloqueo para permitir o no permitir el paso. Este módulo realizará las siguientes acciones:

- Detección de la tarjeta RFID y de placa vehicular.
- Permitir el acceso o salida por medio de una señal que se muestra en un display.

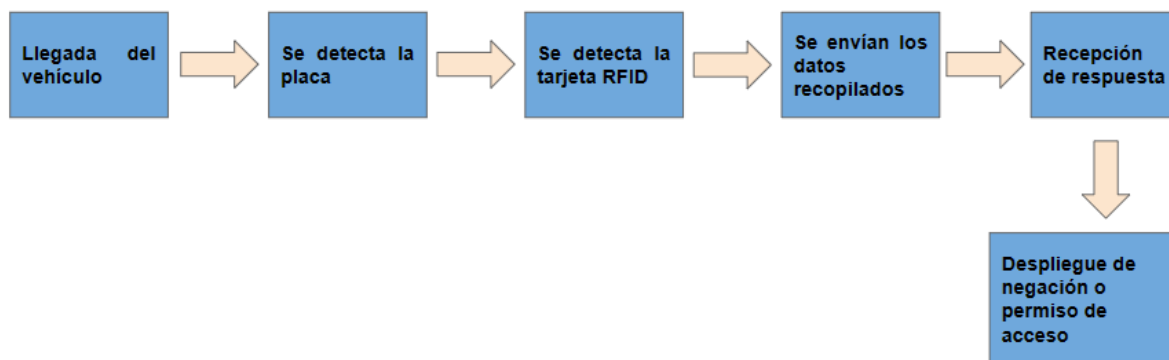


Figura 6: Diagrama funcionamiento de la parte física.

En la parte física del sistema se recopilarn los datos necesarios para la doble validación tanto, la información de la tarjeta RFID como las imágenes necesarias para verificar la placa del vehículo, así como otorgar una respuesta visible si tiene permitido el acceso al estacionamiento.



Figura 7: Diagrama ejemplificando acción de la parte física.

El segundo módulo es la parte del software donde se emplean la base de datos, la inteligencia artificial para la detección de las placas, el registro del acceso y salida de los vehículos. En ese módulo se realizarán las siguientes acciones:

- Análisis de las placas.
- Validación de las placas junto con el RFID.
- Validación del acceso del vehículo.
- Registro de vehículos que se encuentran en el estacionamiento.

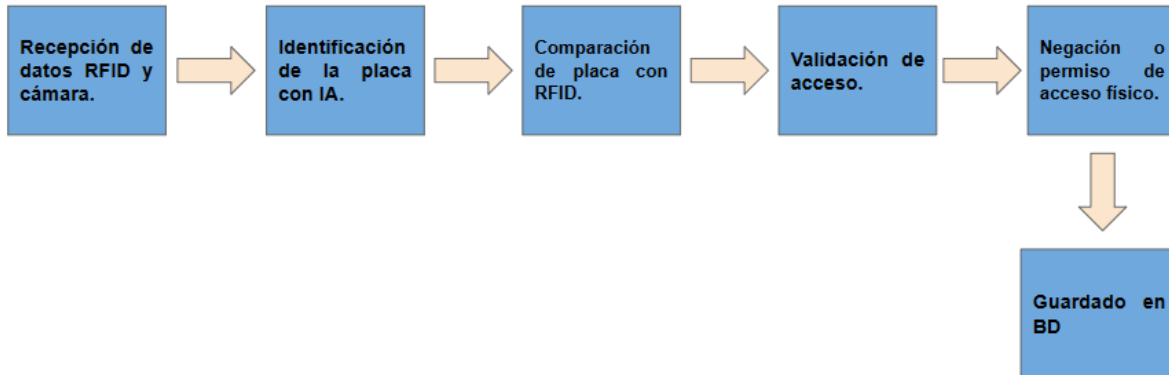


Figura 8: Diagrama de funcionamiento del software.

El software del sistema es el que realizará el procesamiento de los datos recopilados por la parte física del sistema, lo cual se logrará implementando las técnicas necesarias de procesamiento de imágenes para tener una imagen adecuada y ser comparada con éxito con los de datos de la base de datos por medio de inteligencia artificial. Así como la gestión del acceso junto con que vehículos se encuentran en el estacionamiento.

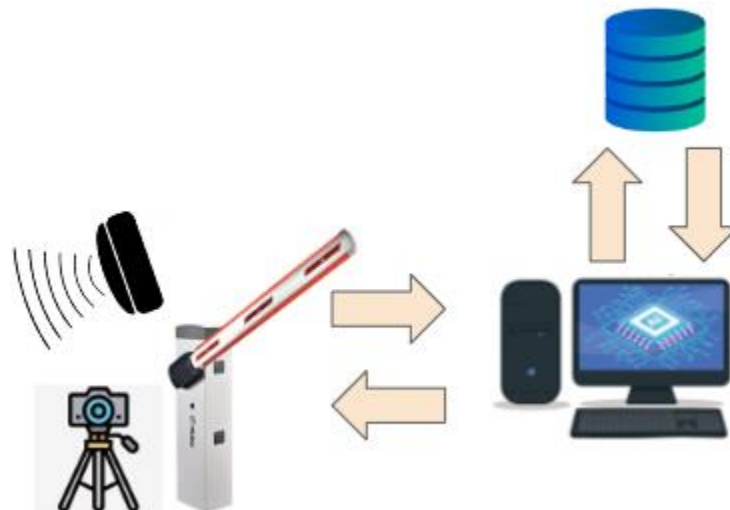


Figura 9: Diagrama ejemplificando el software.

Para lograr una doble validación con la tarjeta RFID y la placa, se pretende comparar la información obtenida de las placas y la tarjeta por medio de un algoritmo para así permitir el acceso, verificando los dos en la base de datos. Por si uno de los métodos de acceso llega a fallar o presentar problemas, el otro método lo respalde para tener más casos de éxito.

- **Alcances:**

En esta sección se consideran los alcances que tendrá el desarrollo del prototipo de sistema para la gestión de acceso vehicular en donde se considera que en un futuro sea aplicable y ofrezca por completo una alternativa competente con respecto a los sistemas similares.

- El prototipo de sistema será diseñado para detectar placas que estén registradas en la base de datos.
- Se considerarán principalmente con las de la Ciudad de México, Estado de México y el Estado de Hidalgo.
- Solo se gestionará el acceso y salida al estacionamiento mediante un medio de visualización que indique la autorización de acceso o salida.
- No se realizará el mecanismo de funcionamiento de la barrera de bloqueo (pluma) en momento de la demostración de su funcionabilidad.
- Para salvaguardar la información de los usuarios tanto fijos como temporales, se implementará un inicio de sesión a través del cual solo el administrador tendrá acceso.
- Se ofrecerá una aplicación de escritorio que permita el monitoreo y gestión del acceso, la cual brindará un menú con las acciones permitidas por los usuarios.
- La aplicación está dirigida para un solo administrador el cual contará con un ordenador.
- La aplicación proporcionará un listado de a qué hora se encontraban los vehículos en el estacionamiento junto con ver que vehículos están autorizados para el acceso, y el único autorizado para modificarlo será el administrador, quien podrá agregar, eliminar o editar cualquier vehículo.
- Si un usuario fijo desea solicitar un permiso para un usuario temporal, es necesario que se acerque con el administrador para realizar la petición.
- Con la intención de tener un prototipo de sistema funcional se plantea tener cierto grado de flexibilidad ante los errores de reconocimiento de placa.
- El prototipo de sistema será diseñado contemplando condiciones favorables de clima y de iluminación para favorecer el desempeño del reconocimiento de la placa.

## 4. Objetivos:

- **Objetivo General:**

Desarrollar un prototipo para el control de acceso a un estacionamiento privado mediante la detección de las placas vehiculares, en conjunto con una validación RFID, haciendo uso de procesamiento de imágenes e inteligencia artificial para permitir el acceso con una doble validación.

- **Objetivos Específicos:**

- Desarrollar un modelo de identificación de placas vehiculares basado en algoritmos de inteligencia artificial.
- Implementar técnicas de procesamiento de imágenes para mejorar las características que permitan obtener los caracteres de las placas vehiculares.
- Lograr una comunicación entre las partes del sistema y las distintas tecnologías a utilizar.
- Integrar una doble validación con los datos de la placa y la tarjeta RFID.
- Desarrollar una interfaz gráfica de usuario y permita que un supervisor agregue a usuarios, clasificarlos y consultar la información que se gestiona.

## 5. Estado del Arte:

En la presente sección se abordará trabajos que guarden una relación con un prototipo de sistema de control de acceso vehicular.

El control de acceso vehicular ha sido un tema recurrente en más de un establecimiento en donde se tenga un flujo constante de personas con vehículo por lo que personas que viven de manera propia los conflictos que se pueden llegar a suceder dentro de estos establecimientos, han buscado un desarrollo en el control de acceso, lo podemos ver reflejado en trabajos como “Diseño de un sistema híbrido para controlar el acceso a los estacionamientos utilizando tarjetas magnéticas y con tecnología BLUETOOTH del teléfono celular” [6] desarrollado para una universidad de Ecuador.

Este tema de interés se ha abordado de muchas formas diferentes con la intención de otorgar un diferenciador que promueva la adopción de este tipo de tecnologías, ya sea otorgando más

seguridad, mayor facilidad de uso, mejor eficiencia, etc. Sin duda es un tema de interés en diversas partes del mundo y lo reflejan diversos trabajos como el ejemplo de este sistema para una universidad en Perú: "Diseño de un sistema de acceso vehicular a la PUCP basado en tecnología RFID y detección de placas vehiculares" [7], lo cual representan el interés de adoptar estas nuevas tecnologías en establecimientos que utilizamos en el día a día.

Los sistemas administradores enfocados hacia los vehículos que operan con el reconocimiento de matrículas son utilizados eficientemente en muchos lugares del mundo, esto ha generado que exista una gran diversidad de aplicaciones de estas tecnologías en distintos sectores tales como:

- Trabajos Policiales, Vigilancia, puntos de Control, Trabajos de Inteligencia,
- Estacionamientos. Control de Acceso, Control de Ingresos, Seguridad en industrias.
- Peaje, Pago de Peajes en Autopistas TAG, Puentes y Túneles
- Búsqueda de vehículos robados o con multas

Por tal motivo, estos sistemas se han convertido en una herramienta muy útil para la solución de diversos problemas ocupando el reconocimiento de las placas vehiculares, por lo que a continuación, se mencionan algunos de estos sistemas:

### **ANPR (Automatic Number Plate Recognition):**

Es un sistema de control de acceso al estacionamiento que permite el libre flujo de vehículos. El flujo libre se refiere a la capacidad del sistema para identificar automáticamente el vehículo al entrar o salir de una instalación. Eso elimina la necesidad de detenerse o abrir una ventana para presentar una identificación. La tecnología ANPR, que significa Reconocimiento automatizado de matrícula, recopila imágenes de vehículos y reconoce números de placas de vehículos en movimiento, lo que permite la entrada y salida automatizadas de cualquier mecanismo físico de protección de estacionamiento [5].

### **3LPR (License Plate Recognition):**

Sistema de reconocimiento de placas vehiculares (sistema LPR) utilizado para identificar y registrar los vehículos que acceden o salen de un aparcamiento, consiguiendo un gran control de placas de vehículos, y por tanto mayor seguridad.

El sistema de reconocimiento automático de placas no sólo está enfocado a los estacionamientos, sino que puede ser utilizado en todas aquellas instalaciones que necesiten controlar, vigilar y tener un registro de todos los vehículos que traspasan un determinado acceso [8].

## ALPR (Automated License Plate Recognition):

Los algoritmos basados en inteligencia artificial y aprendizaje profundo permiten que detectar y reconocer matrículas con una precisión de hasta el 98 %.

El reconocimiento de placas es posible tanto en tiempo real como fuera de línea a partir del video almacenado, a pesar de las altas velocidades, los múltiples vehículos y los diferentes ángulos y condiciones de iluminación que se encuentran con frecuencia.

Pueden hacer mucho más que simplemente captar el número de la matrícula de un vehículo, pueden comprender la marca, el modelo, el color e incluso leer las calcomanías de parachoques del vehículo.

Esto es beneficioso porque cuando alguien es víctima de un crimen, rara vez tiene la placa, pero casi cualquiera puede describir la marca y el modelo [9].

Tabla 1: Comparación de tecnologías con el proyecto a realizar.

Posible tecnología para utilizar en el proyecto de investigación.	Diseño de un sistema de acceso vehicular a la PUCP basado en tecnología RFID y detección de placas vehiculares	Diseño de un sistema híbrido para controlar el acceso a los estacionamientos utilizando tarjetas magnéticas y con tecnología BLUETOOTH del teléfono celular	ANPR (Automatic Number Plate Recognition)	3LPR (License Plate Recognition)
Procesamiento de imágenes	✓	✗	✓	✓
Deep Learning	✗	✗	✓	✓
Few short Learning	✗	✗	✗	✗
Control de Acceso, Control de ingresos	✓	✓	✓	✓
Gestión de invitados	✓	✓	✓	✓

Aplicación de escritorio para el control del sistema	Aplicación de escritorio	Aplicación de teléfono	Aplicación web y escritorio	Aplicación web y escritorio
---	--------------------------	------------------------	-----------------------------	-----------------------------

En la tabla uno se comparan los principales sistemas encontrados que guardan relación con la propuesta de solución previamente descrita, tanto en sistemas comerciales como en sistemas realizados en universidades, dichos sistemas son comparados con el actual proyecto de investigación, a lo cual se puede ver que la propuesta de solución planteada puede realizarse con distintas tecnologías y solventar la misma problemática.

Se puede observar un beneficio relacionado con el aminorar el costo de un sistema con esas características, incluso proporcionar un sistema con algunos servicios distintos y tecnología diferentes para proporcionar un sistema competitivo ante los sistemas comerciales.

## 6. Marco Teórico:

A continuación, definiremos los conceptos que se aborda en este trabajo, los cuales ayudarán a comprender el trabajo de mejor manera.

Se hablará sobre el uso de principalmente 2 tecnologías como lo son la inteligencia artificial y el procesamiento de imágenes, ya que su relación es complementaria para cumplir con los objetivos previamente planteados, lo cual ayuda a obtener mejores resultados.

### Redes neuronales:

Las redes neuronales artificiales son sistemas que imitan el funcionamiento de las neuronas y mecanismos básicos del cerebro, lo que quiere decir que intentan aproximarse a nuestra forma de aprender, lo cual es de gran ayuda ya que puede aprender a diferenciar determinadas características de una imagen como lo podría hacer un humano y para el desarrollo de este prototipo podrían ser utilizadas para diferenciar los caracteres de la placa de un vehículo en medio de tantas cosas que una imagen de un vehículo puede contener.

Las redes neuronales están conformadas por medio de una capa de entrada, las neuronas artificiales están conectadas entre sí y están agrupadas en diferentes niveles los cuales se denominarán capas: “Una capa es un conjunto de neuronas cuyas entradas provienen de una capa anterior (o de los datos de entrada en el caso de la primera capa) y cuyas salidas son la entrada de una capa posterior”, las capas posteriores puede ser conformada de una o varias capas ocultas y finalmente una capa de salida. Las capas están interconectadas mediante nodos, o neuronas; cada capa utiliza la salida de la capa anterior como entrada de esta forma se hace cada vez más robusta la red neuronal.

Lo que quiere decir que cada neurona recibe una entrada para posteriormente generar una salida a través de la función de activación. Esta salida se combina con la entrada de neuronas sucesivas hasta el final de la red. [10].

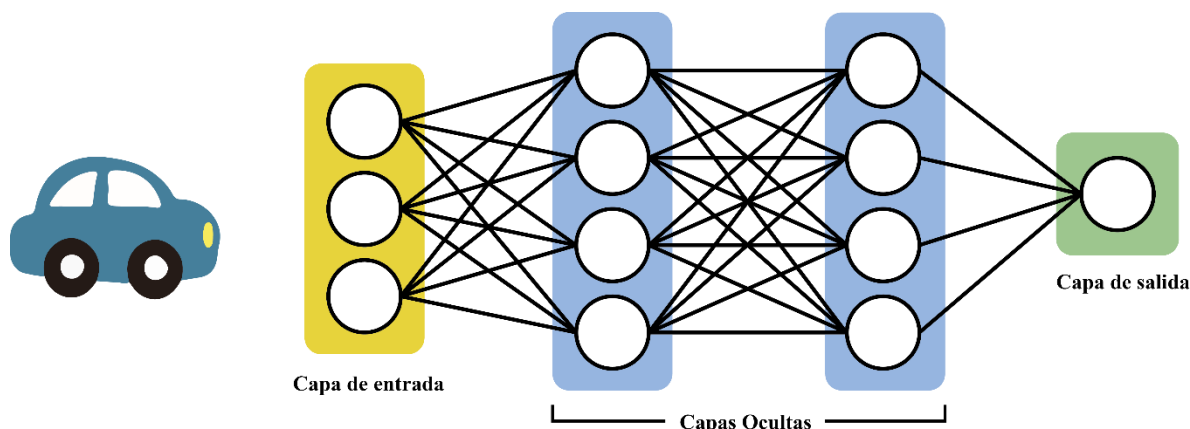


Figura 10: Diagrama de Red Neuronal

### Procesamiento de imágenes (PDI):

El enfoque del PDI se basa en dos áreas de aplicación primordiales:

- El mejoramiento de la calidad de la información contenida en una imagen con el fin de que esta información pueda ser interpretada de mejor manera por los humanos.
- El procesamiento de los datos contenidos en la imagen a través de una máquina de percepción autónoma, lo cual es de gran utilidad cuando se trata de automatizar procesos que requieran un procesamiento de imágenes.

Existen algunas herramientas de manipulación de imágenes y se pueden dividir en dos categorías:

- Herramientas de propósito general para procesar imágenes, las cuales se utilizan para manipular y modificar la presentación de las imágenes. éstas pueden ser: ajuste de la intensidad y contraste; compactación de la imagen y rotación de esta; filtros para suavizar y resaltar imágenes o eliminar ruido, y algoritmos para la extracción de propiedades como textura, y otros.
- Técnicas para el análisis y técnicas de medición en la evaluación cuantitativa como visualizar espectros de frecuencias de tonalidades de las imágenes[11].

### Restauración y reconstrucción de imágenes:

Se enfoca en la recuperación de la información codificada en una imagen, esta recuperación de la información está relacionada con el proceso inverso de la convolución: la deconvolución.

Dicho proceso de deconvolución es de gran ayuda a la hora de poder extraer información de las imágenes recabadas, uno de los métodos más comunes para llevar a cabo dicho proceso de deconvolución es el método de deconvolución por mínimos cuadrados o filtrado de Wiener



## **Reconocimiento de patrones:**

El reconocimiento de patrones en el PDI se refiere al procesamiento de la imagen resultante del proceso de convolución. En la imagen a procesar se manipulan los niveles de gris para mejorar la lectura de la misma imagen e identificar propiedades que pudiesen tener algún significado físico.

La manipulación de los niveles de gris se lleva a cabo a través de tres subprocesos:

- Resaltamiento de la imagen.
  - Hacer que la imagen luzca mejor, es un proceso subjetivo ya que lucir mejor depende del tipo de detalles y contrastes en la imagen que se pretenda obtener, existen distintos métodos útiles para realizar el Resaltamiento.
- Reducción de ruido.
  - El ruido es la mezcla de la imagen original con información basura que distorsionan, deforman la imagen.
  - La reducción de ruido tiene por objeto reducir efectos no deseados, que pueden presentarse en una imagen a consecuencia del proceso de captura, digitalización y transmisión. Su utilización es normalmente necesaria antes de la aplicación de un detector de bordes.
  - Existen distintos tipos de algoritmos que permiten la reducción del ruido, como lo son los filtros lineales.
- Segmentación y detección de bordes[11].

## **Deep learning:**

El Deep Learning o aprendizaje profundo es un tipo especializado de Machine Learning. Sin embargo, el Deep Learning se especializa en tratar datos no estructurados o multimedia (imágenes, vídeo, texto, audio), siendo de gran relevancia para el desarrollo de nuevas tecnologías que puedan sustituir la presencia humana para mejorar la eficiencia de procesos y se permitan desarrollar sistemas mucho más complejos y precisos. Por lo cual se considera como una posible tecnología a emplear en el proyecto debido a que. Es un modelo de aprendizaje por capas, que procesan la información proporcionada en múltiples etapas sucesivas para de esta forma obtener interacciones complejas entre los datos observados.

La base del Deep Learning son las redes neuronales artificiales, Según la profundidad de la red (número de capas), se consigue un mayor nivel de abstracción, pudiendo así aprender de un mayor número de datos y conseguir un menor margen de error [12].

Capas del Deep Learning:

- Primera capa de aprendizaje
  - En una primera capa de aprendizaje, son varias las “neuronas” que procesan

los datos de entrada individualmente.

- Segunda capa de aprendizaje
  - Una segunda capa maneja esos resultados para tomar una decisión más compleja, al tener en cuenta lo detectado por la anterior.
- Siguientes capas de aprendizaje
  - Y así sucesivamente, independientemente del número de capas, obteniendo un resultado cada vez más preciso [12].

### **Few short Learning:**

El Few Short Learning a diferencia de modelos más comunes de hace predicciones basadas en un número limitado de muestras, por lo cual se considera este algoritmo para utilizarlo para entrenar la red neuronal con una cantidad mucho menor de imágenes. El Few Short Learning es diferente del aprendizaje supervisado estándar con una enorme cantidad de datos. El objetivo del Few Short Learning no es permitir que el modelo reconozca las imágenes en el conjunto de imágenes de entrenamiento y luego las generalice al conjunto de prueba. En cambio, el objetivo es aprender. “Aprender a aprender”.

El siguiente ejemplo puede ejemplificar su uso: Se entrena un modelo con un gran conjunto de imágenes de entrenamiento. Sin embargo, el objetivo del entrenamiento no es saber qué es un elefante y qué es un tigre. En cambio, el objetivo más bien es conocer la similitud y diferencia entre objetos, de esta manera reduciendo la cantidad de datos necesarios para enseñarle a un modelo que es un elefante o que es un tigre [13].

### **RFID:**

RFID (Radio-Frequency Identificación) Se refiere a una tecnología mediante la cual los datos digitales codificados en etiquetas RFID o etiquetas inteligentes son capturados por un lector RFID a través de ondas de radio. los datos de una etiqueta son capturados por un dispositivo que almacena la información en una base de datos [14].

### **Cámara de Vigilancia:**

Las cámaras de vigilancia son de gran ayuda para la sociedad y en casos de seguridad debido al avance tecnológico, existen varios tipos de cámaras que se pueden clasificar por su función que desempeñan [15]. A lo cual se menciona un tipo de cámara que posiblemente se utilizaran en el desarrollo de este proyecto.

- Cámaras de red fijas
- Cámaras domo fijas de red
- Cámaras de red PTZ
- Cámaras de red domo PTZ
- Cámaras con visión nocturna

## **Tipos de Estacionamientos:**

- Privados: Como tales se entienden las áreas destinadas a este fin en todo tipo de unidades habitacionales, así como las dedicadas a cubrir las necesidades propias y las que se generen con motivo de las actividades de instituciones o empresas siempre que el servicio otorgado sea gratuito [16].
- Públicos: Se consideran de este tipo los locales destinados en forma principal a la prestación al público del servicio de recepción, guarda, protección y devolución de vehículos, a cambio del pago de la tarifa autorizada [16].

## **7. Escenario de Pruebas:**

El propósito del escenario de pruebas es evaluar el funcionamiento y la eficiencia del sistema, por lo que en la presente sección se hablara sobre la necesidad de realizarlo en un ambiente controlado y delimitado para poder proporcionar un mayor índice de éxito.

Dicho ambiente controlado y delimitado está planteado con la intención de tener más posibilidades de éxito al momento de validar la placa del vehículo, debido a que las pruebas se realizarán dentro de las instalaciones de la UPIITA, mediante una maqueta lo más apegado a la realidad para probar la funcionabilidad del sistema, sin embargo, no es un sistema que se aplicara en dichas instalaciones. A su vez se plantea de esta manera para poder demostrar su funcionabilidad y así logrando reducir los costos de realización, ya que tener un control en el espacio de pruebas otorga mayor control a ahora de la realización de las pruebas del sistema.

Como se mencionó dichas pruebas serán realizadas en un ambiente favorable, dicho ambiente favorable se enfocará en tener lo más controlado posible la iluminación para el correcto funcionamiento del dispositivo que captura los datos de las placas vehiculares. Se pretende lograrlo teniendo un revestimiento en el área en donde ingresa el vehículo y se realiza la detección de placa vehicular, para así tener más posibilidades de éxito en la detección de la placa sin importar las condiciones climáticas y de iluminación.

Para el desarrollo de este prototipo se llevarán a cabo cuatro conjuntos de pruebas:

- En el primero accederá por medio de las placas y las tarjetas RFID.
- El segundo se accederá solo por medio de las placas autorizadas.
- El tercero se presentará la situación en donde se pretenda acceder con una tarjeta RFID autorizada, pero sin placas autorizadas.
- El ultimo conjunto de pruebas se realizará en la situación en donde no se tengan placas autorizadas ni tarjeta RFID e intente acceder.

En el primer grupo de pruebas se podrá corroborar el funcionamiento adecuado de la doble validación el cuál proporciona mayor seguridad, se busca realizar la prueba con un grupo reducido de por lo menos 5 vehículos que cuenten con placas y tarjetas RFID registrada por el sistema.

En el segundo grupo de pruebas se podrá corroborar el funcionamiento adecuado de la detección de la placa para el acceso a los usuarios temporales, dicha prueba se busca probar con un grupo reducido de 3 vehículos los cuales tendrán registradas sus placas para permitirles el acceso temporal.

En los últimos dos grupos de pruebas se podrá ver el nivel de confianza y seguridad que otorga el sistema, al no permitir el acceso al establecimiento ya que se realizarán los intentos de vulnerar el sistema dichas pruebas se realizarán con dos vehículos, un vehículo tratará de ingresar solo con la tarjeta RFID registrada y otro vehículo pretenderá ingresar únicamente con placas no registradas.

## 8. Cronograma de Actividades:

En esta sección se muestra la propuesta de cronograma de actividades con una descripción general de las actividades, mostrado en el cuadro 1.

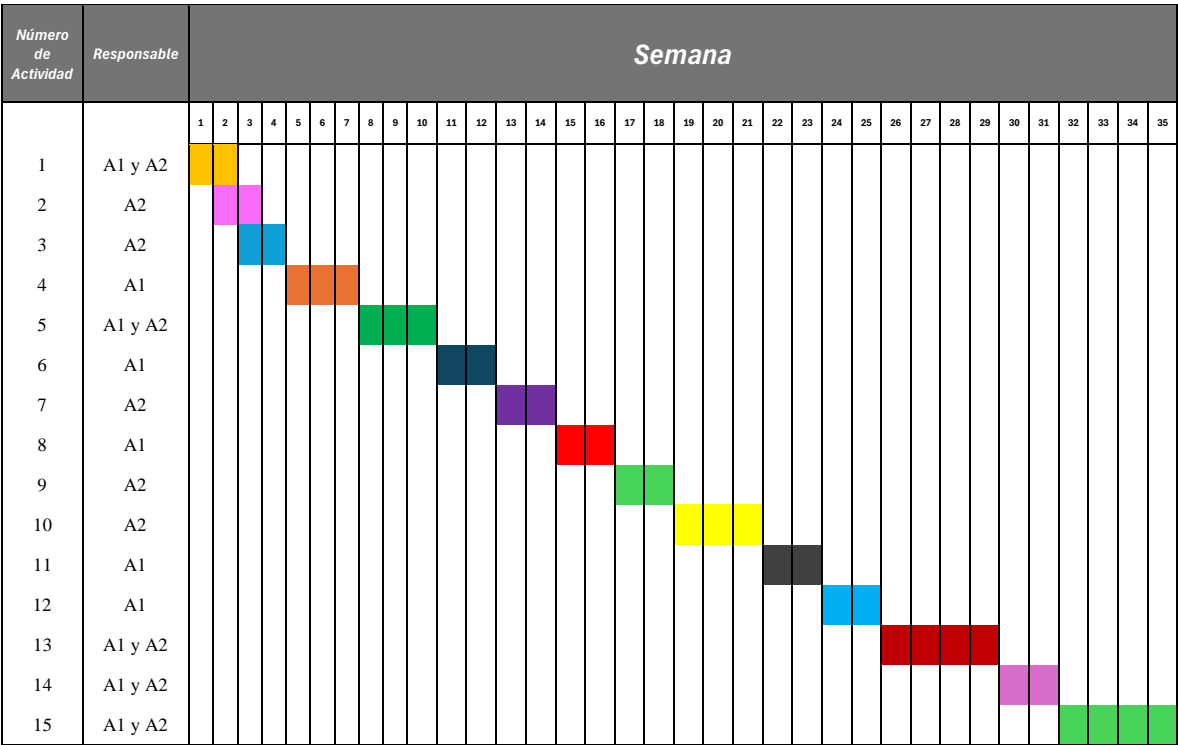
**Cuadro 1: Actividades**

<b>No.</b>	<b>Nombre de la actividad</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Responsables</b>
<b>1</b>	Obtener requerimientos funcionales y no funcionales del sistema.	Recabar información detallada para el desarrollo del proyecto.	Alumno 1 Alumno 2
<b>2</b>	Investigación basada en técnicas de procesamiento de imágenes.	Determinar las técnicas de procesamiento útiles para el desarrollo del prototipo.	Alumno 2
<b>3</b>	Investigación basada en formas de implementación de inteligencia artificial para procesamiento de imágenes.	Determinar la forma de implementación de inteligencia artificial en el sistema.	Alumno 2
<b>4</b>	Alojamiento del proyecto “diseño de	Determinar la forma	Alumno 1

	la base de datos”.	para guardar la información que mejor se adapte para el sistema.	
<b>5</b>	Investigación basada en la implementación de una doble validación con tarjeta RFID y placas vehiculares.	Determinar la técnica a implementar para una doble validación	Alumno 1 Alumno 2
<b>6</b>	Análisis de las características necesarias del entorno de desarrollo para la implementación del sistema.	Elección de lenguaje de programación y entorno de desarrollo.	Alumno 1
<b>7</b>	Análisis de las condiciones óptimas de iluminación para la lectura de la placa.	Obtener información detallada de la iluminación óptima para el funcionamiento del proyecto.	Alumno 2
<b>8</b>	Análisis de ubicación adecuada para los módulos de recolección de datos.	Obtener la mejor localización para recabar los datos.	Alumno 1
<b>9</b>	Diseño del área de recopilación de datos.	Generar el área de recopilación de datos.	Alumno 2
<b>10</b>	Diseño de un revestimiento que genere las condiciones óptimas en el área de captura de datos	Generar el ambiente lo más controlado posible.	Alumno 2
<b>11</b>	Investigación basada en las características necesarias de los dispositivos a utilizar para la implementación del sistema.	Comparar costos y beneficios para la adquisición de dispositivos a implementar.	Alumno 1
<b>12</b>	Selección y compra de dispositivos con base en la investigación realizada.	Adquisición de dispositivos a utilizar.	Alumno 1
<b>13</b>	Diseño de una interfaz gráfica del sistema.	Generar la herramienta para manipular el sistema de una manera	Alumno 1 Alumno 2

		intuitiva.	
<b>14</b>	Investigación basada en lograr una comunicación entre el hardware y software.	Determinar la manera de conectar todas las partes del sistema.	Alumno 1 Alumno 2
<b>15</b>	Conexión entre el sistema y el entorno físico que permite el acceso.	Establecer la comunicación de los dispositivos para el funcionamiento del sistema.	Alumno 1 Alumno 2

**Cuadro 2: Cronograma de actividades**



## 9. Bibliografía:

- [1] Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros, «Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros,» 14 09 2020. [En línea]. Available: <https://sitio.amis.com.mx/6660-2/>. [Último acceso: 25 03 2024].
- [2] INEGI, «Censo de población y vivienda 2020,» INEGI, Ciudad de México , 2021.
- [3] INEGI, «Parque Vehicular,» INEGI, Ciudad de Mexico , 2022.
- [4] A. K. García, «EL ECONOMISTA,» 20 03 2022. [En línea]. Available:

- <https://www.eleconomista.com.mx/politica/Mas-trafico-en-la-CDMX-bienvenidos-a-la-nueva-normalidad-20220318-0057.html>. [Último acceso: 01 04 2024].
- [5] Parklio , «Parklio,» 19 10 2023. [En línea]. Available: <https://parklio.com/es/blog/porque-el-control-de-acceso-al-estacionamiento-es-vital-para-las-empresas>. [Último acceso: 18 03 2024].
- [6] O. S. T. Castillo y D. R. Mejía Quinteros, «Diseño de un sistema híbrido para controlar el acceso a los estacionamientos utilizando tarjetas magnéticas y con tecnología BLUETOOTH del teléfono celular,» Universidad Nacional de Chimborazo Facultad de Ingeniería, Riobamba - Ecuador, 2012.
- [7] L. E. G. Vásquez, «Diseño de un sistema de acceso vehicular a la PUCP basado en tecnología RFID y detección de placas vehiculares,» Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2017.
- [8] i+D3, «3LPR Sistema LPR reconocimiento de placas vehiculares,» i+D3, Ciudad de México , 2024.
- [9] F. Argüello, «infotecnico,» infotecnico, 8 Junio 2023. [En línea]. Available: [https://www.infotecnico.com/reconocimiento-de-placas-con-ia/#Evolucion\\_del\\_Reconocimiento\\_de\\_Placas\\_De\\_LPR\\_a\\_ALPR](https://www.infotecnico.com/reconocimiento-de-placas-con-ia/#Evolucion_del_Reconocimiento_de_Placas_De_LPR_a_ALPR). [Último acceso: 20 Marzo 2024].
- [10] L. A. G. Pérez, «Universidad Central,» 1 09 2021. [En línea]. Available: <https://www.ucentral.edu.co/noticentral/redes-neuronales>. [Último acceso: 07 04 2024].
- [11] S. S. Martínez, «Universidad de Jaén,» 11 10 2006. [En línea]. Available: <https://www4.ujaen.es/~satorres/practicas/practica2.pdf>. [Último acceso: 05 04 2024].
- [12] Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería, «Instituto de ingeniería del conocimiento,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.iic.uam.es/inteligencia-artificial/machine-learning-deep-learning/>. [Último acceso: 05 04 2024].
- [13] R. Kundu, «Paperspace,» 2022. [En línea]. Available: <https://blog.paperspace.com/few-shot-learning/>. [Último acceso: 05 04 2024].
- [14] Centro de formación técnica para la industria, «cursosaula21,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.cursosaula21.com/que-es-el-rfid/>. [Último acceso: 05 04 2024].
- [15] A. Mena, *Implementación de un sistema de video vigilancia para los exteriores de la UPS, mediante mini computadores y cámaras Raspberry PI*, Guayaquil: Universidad Politecnica Salesina , 2015.
- [16] Secretaría de Turismo de la CDMX, *Reglamento de estacionamientos publicos del distrito federal*, Ciudad de Mexico : Diario Oficial de la Federación , 1991.
- [17] D. C. Sánchez, «Procesamiento de Imágenes con Redes Neuronales,» 15 02 2023. [En línea]. Available: <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/3a465e56-582e-475c-bfb4-c9dd3bcf1220/content>. [Último acceso: 25 03 2024].