

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO  
VEHICULAR EN ZONAS RESIDENCIALES**

Tesis para optar el título de Ingeniero Electrónico, que presenta el bachiller:

**Diana Maribel Sánchez Chung**

**ASESOR: Angelo Velarde Criado**

**Lima, Noviembre del 2008**

## RESUMEN

Los sistemas de control de acceso vehicular han venido tomando mayor importancia al pasar de los años debido al incremento de inseguridad que percibe la población. En la actualidad, los sistemas utilizados dependen totalmente de un personal encargado que permite el acceso a las zonas residenciales mediante la apertura de rejas de manera manual, lo cual en muchos casos se realiza sin un control efectivo de las personas que ingresan. Además, si se produce la ausencia del personal encargado, el sistema se vuelve ineficiente causando incomodidad en los usuarios.

De aquí que sea importante mejorar los sistemas de control de acceso vehicular en zonas residenciales para poder lograr un control más exhaustivo de las personas que ingresan, y por ende cumplir con los requisitos de los usuarios, con lo cual se aumentaría el confort en ellos.

Se tiene como objetivo diseñar un sistema de control de acceso vehicular en zonas residenciales utilizando tarjetas RFID y barreras vehiculares, además de contar con un circuito cerrado de televisión para la identificación de visitantes por parte de los residentes, autorizando o no su ingreso.

En el presente trabajo se analiza la problemática que envuelve el sistema de control de acceso vehicular empleado actualmente, se muestran las diversas tecnologías utilizadas en el control de acceso y se realiza el diseño de un sistema de control de acceso vehicular basado en los requerimientos del usuario. Además, se presenta el costo del sistema y la ubicación de los equipos seleccionados.

Como resultado de este trabajo, se pudo observar que existen nuevas tecnologías con parámetros estables que ofrecen una solución confiable y efectiva. Además, la combinación de diferentes tipos de control de acceso nos brinda un servicio de mejor calidad, ya que se tiene un mejor control de los vehículos que ingresan a la zona residencial.

## ÍNDICE

### INTRODUCCIÓN

### CAPÍTULO 1: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA ZONA RESIDENCIAL

1.1.	Presentación	1
1.2.	Sistemas de control de acceso vehicular del Perú	3
1.3.	La zona residencial en la actualidad	4
1.3.1.	Infraestructura	4
1.3.2.	Sistema de control de acceso vehicular en zona residenciales empleado actualmente	5
1.3.3.	Personal encargado del sistema de control de acceso vehicular	6
1.4.	Deficiencias que presenta el sistema de control de acceso utilizado en la actualidad	6
1.5.	Conclusiones	9

### CAPÍTULO 2: SISTEMAS DE CONTROL DE ACCESO VEHICULAR

2.1.	Estado del arte	10
2.2.	Tecnologías usadas en la actualidad	10
2.2.1.	Circuito cerrado de televisión (CCTV)	11
2.2.2.	Barreras vehiculares	13
2.2.3.	Lectoras	13
2.3.	Medios de comunicación	17
2.3.1.	Cable coaxial	17
2.3.2.	Cable UTP	18
2.3.3.	Fibra óptica	19
2.3.4.	Enlaces de radio	19
2.4.	Control de acceso vehicular	20
2.5.	Indicadores que permiten conocer los grados de mejora que ofrece la instalación del nuevo sistema de control de acceso vehicular	23
2.5.1.	Tiempo de acceso	23
2.5.2.	Satisfacción del usuario	23
2.5.3.	Seguridad en la zona residencial	23
2.5.4.	Mejora en el desempeño del personal de vigilancia	23
2.6.	Conclusiones	24

### CAPÍTULO 3: DETERMINACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE LOS HABITANTES DE LA ZONA RESIDENCIAL

3.1.	Hipótesis de la tesis	25
3.2.	Objetivo de la tesis	26
3.3.	Procedimiento para la adquisición de los requerimientos	27
3.4.	Requerimientos del sistema	28
3.4.1.	Características de las tarjetas RFID	28
3.4.2.	Características de las lectoras de proximidad de largo alcance	29
3.4.3.	Características de las barreras vehiculares	30
3.4.4.	Características del circuito cerrado de televisión	31
3.4.5.	Características del servidor	33

### CAPÍTULO 4: DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO VEHICULAR

4.1.	Introducción	34
4.2.	Pruebas realizadas	34
4.2.1.	Pruebas con el kit de CCTV	35
4.2.2.	Pruebas realizadas con el kit RFID: The LF Micro Reader Evaluation Kit	38
4.3.	Factores influyentes en la selección del sistema	55
4.4.	Sistema de control de acceso vehicular seleccionado	56
4.4.1.	Tarjetas RFID: TagMaster MarkTag S1255	56
4.4.2.	Lectoras de proximidad de largo alcance: TagMaster LR-6	59
4.4.3.	Barreras vehiculares: Frontier-HD	60
4.4.4.	Software de control de accesos: Watchman Software	62
4.4.5.	Cámaras: DigiVue PK-D344WRS	63
4.4.6.	Transmisores: Set TLSWM1	65
4.4.7.	Receptores: Sege ZT 903T	66
4.4.8.	Tarjeta capturadora de video: PICO 2000	67
4.4.9.	Software de integración con CCTV: Software PICO 2000	68
4.4.10.	Servidor del sistema	69
4.5.	Ubicación de los equipos	70
4.6.	Esquema final del sistema de control de acceso vehicular	71
4.7.	Cableado	73
4.8.	Costos de los equipos	74

<u>CONCLUSIONES</u>	77
---------------------	----

<u>RECOMENDACIONES</u>	78
------------------------	----

<u>FUENTES</u>	80
----------------	----

## ÍNDICE DE IMÁGENES

### CAPÍTULO 1: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA ZONA RESIDENCIAL

1.1.	Estadísticas sobre la delincuencia en el país tomadas del Instituto de Defensa Legal.	1
1.2.	Estadísticas sobre medidas de seguridad tomadas del Instituto de Defensa Legal.	2
1.3.	Localización de la Calle Hernando de Magallanes	3
1.4.	Reja controlada por un vigilante	7
1.5.	Reja permanentemente cerrada.	8
1.6.	Reja permanentemente cerrada.	8

### CAPÍTULO 2: SISTEMAS DE CONTROL DE ACCESO VEHICULAR

2.1.	Cámara IP.	11
2.2.	Cámara PTZ.	11
2.3.	Imágenes obtenidas por el circuito cerrado de televisión.	12
2.4.	Sistema de control de acceso con barrera vehicular y lectora.	13
2.5.	Tipos de lectoras.	14
2.6.	Lectora de banda magnética.	15
2.7.	Lectora de retina.	15
2.8.	Lector de huella digital.	16
2.9.	Lector de geometría de la mano.	17
2.10.	Cable coaxial.	18
2.11.	Cable UTP.	19
2.12.	Fibra óptica.	19
2.13.	Esquema del diseño del sistema de control de acceso vehicular.	22

### CAPÍTULO 4: DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO VEHICULAR

4.1.	Kit de CCTV de la empresa SEGO	35
4.2.	Foto obtenida durante el día con una distancia entre el transmisor y el receptor de 50 m.	36
4.3.	Foto obtenida durante el día con una distancia entre el transmisor y el receptor de 15 m.	37
4.4.	Foto obtenida durante la noche con una distancia entre el transmisor y el receptor de 15 m.	37
4.5.	Foto obtenida durante la noche con la cámara delante del automóvil.	38
4.6.	The LF Micro Reader Evaluation Kit.	39
4.7.	Conexiones del circuito lector.	40
4.8.	Interfaz del software S2UTIL.	42
4.9.	Detección de la tarjeta RFID con ID 0000000000004535.	42

4.10.	Selección de la opción MPT.	43
4.11.	Selección de la casilla SAMPT.	44
4.12.	Detección del transpondedor con ID 0000000000000000.	44
4.13.	Detección del transpondedor con ID 0000000000656565.	46
4.14.	Detección del transpondedor con ID 0000000008512FFE.	47
4.15.	Detección del transpondedor en forma de disco de 85mm.	49
4.16.	Detección del transpondedor en forma de disco de 30mm.	50
4.17.	Detección del transpondedor montado en metal.	51
4.18.	Detección del transpondedor en forma cilíndrica de 120mm.	52
4.19.	Detección del llavero RFID.	53
4.20.	Tarjeta RFID TagMaster MarkTag S1255.	57
4.21.	Lectora de largo alcance TagMaster LR-6.	59
4.22.	Barrera Vehicular BA5000.	60
4.23.	Cámara PK- D344WRS.	63
4.24.	Transmisor y receptor de audio y video.	65
4.25.	Receptor de audio y video.	65
4.26.	Tarjeta capturadora de video PICO 2000.	66
4.27.	Adaptador de BNC a RCA.	66
4.28.	Interfaz gráfica del software PICO 2000.	67
4.29.	Esquema Final del sistema de Control de Acceso Vehicular.	71

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 4: DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO VEHICULAR

4.1.	Datos obtenidos en las pruebas con la tarjeta RFID	40
4.2.	Datos obtenidos con el transpondedor de vidrio de 32mm.	45
4.3.	Datos obtenidos con el transpondedor de vidrio de 23mm.	46
4.4.	Datos obtenidos en las pruebas con el transpondedor de cuña de 12mm.	47
4.5.	Datos obtenidos con el transpondedor en forma de disco de 85mm.	48
4.6.	Datos obtenidos con el transpondedor en forma de disco de 30mm.	49
4.7.	Datos obtenidos en las pruebas con el transpondedor montado en metal	51
4.8.	Datos obtenidos en las pruebas con el transpondedor en Forma cilíndrica de 120mm.	52
4.9.	Datos obtenidos en las pruebas con el llavero RFID	53
4.10.	Sistema de control de acceso vehicular seleccionado	55
4.11.	Tiempo de lectura de las tarjetas	57
4.12.	Formato de datos obtenidos de la tarjeta RFID	62
4.13.	Requisitos mínimos de la PC del sistema	68
4.14.	Características de la PC seleccionada	68
4.15.	Cableado	74
4.16.	Lista de precios de los equipos del sistema	75
4.17.	Tabla de costos según forma de pago	76

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo a los estudios realizados por el IDL (Instituto de Defensa Legal), la demanda por los servicios de seguridad se viene incrementando debido a la percepción de inseguridad en las calles por parte de la población. Esta inseguridad ha provocado que en los últimos años, el número de empresas que ofrecen servicios de seguridad haya aumentado con el propósito de abarcar un mayor porcentaje del mercado en todos los estratos sociales. Por tal motivo, las empresas buscan satisfacer las necesidades de los usuarios brindándoles diferentes alternativas de seguridad.

Sin embargo, la tecnología actual utilizada en los sistemas de control de acceso vehicular en zonas residenciales en el país, no permite alternativas de solución novedosas y que ofrezcan un servicio de alta calidad al usuario, lo cual determina que éste se sienta atraído por el servicio y lo use o se aleje de él.

En nuestro país, la tecnología utilizada en los sistemas de control de acceso vehicular en zonas residenciales se encuentra limitada al uso de alarmas y a la instalación de rejas controladas por un personal de vigilancia. Lo cual significa que, la calidad del servicio es variable, de acuerdo a la disposición por parte del personal de vigilancia para realizar un adecuado control de los vehículos que ingresan a la zona residencial.

El presente trabajo plantea como hipótesis que dada la necesidad de las personas por sentirse seguras dentro de las zonas residenciales en donde habitan, y puesto que el sistema de control de acceso vehicular utilizado en la actualidad se encuentra limitado todo el tiempo por el factor humano, entonces el diseño de un sistema de control de acceso vehicular basado en nueva tecnología, como lo son las tarjetas RFID y el circuito cerrado de televisión, permitirá un acceso más controlado de las personas que no residen en el lugar y desean ingresar a ella; además de ofrecer al usuario un mayor confort al momento de llegar a su domicilio, ya que no dependerían del personal de vigilancia para acceder a la zona residencial donde viven, ni se encontrarían con rutas de acceso cerradas durante ciertas horas.



Esto además, introducirá al usuario en una cultura de adaptación a las nuevas tecnologías que rigen los sistemas de control de acceso vehicular, siendo esto una clave de mercado para las empresas que buscan brindar alternativas innovadoras, lo cual constituye una marca distintiva del servicio que se ofrece, y por lo tanto, se convierte en una estrategia de posicionamiento en el mercado.

El objetivo de esta tesis es diseñar un sistema de control de acceso vehicular en zonas residenciales basado en tecnología RFID y barreras vehiculares en caso que el usuario sea una persona que habite dentro de la zona residencial en donde se va a utilizar el sistema.

Por otro lado, en caso se trate de un vehículo visitante, se busca diseñar un sistema que cuente con un circuito cerrado de televisión para la identificación de las personas visitantes por parte del residente al que se ha ido a visitar, el cual indicará por teléfono al personal de vigilancia si autoriza o no el ingreso de dicho vehículo.

El presente trabajo de tesis se encuentra desarrollado en 4 capítulos, los cuales se describirán brevemente a continuación.

En el capítulo 1 se aborda el tema de la inseguridad dentro del país y las medidas de seguridad por las que han optado los pobladores para protegerse contra ésta. Asimismo, es indispensable conocer el lugar que se tomará como muestra en la presente tesis, pues ello nos brindará las pautas necesarias y reales para la proyección del trabajo y su posible solución. Además se realiza un análisis del sistema de control de acceso vehicular utilizado actualmente y las deficiencias que éste presenta.

En el capítulo 2 se presentan las diversas tecnologías que pueden ser utilizadas en los sistemas de control de acceso y los medios de comunicación que permiten la integración de todo el sistema. Además, se muestra un esquema del diseño del sistema que buscará solucionar los problemas del sistema actual, y posteriormente se mencionan las posibles mejoras que éste traería luego de su instalación.

Dentro del capítulo 3, se puede encontrar tanto la hipótesis como el objetivo de la tesis, de los cuales se parte para iniciar una investigación acerca de las necesidades por parte de los posibles usuarios. Requerimientos que son obtenidos a través de encuestas y que ayudan a la identificación de las características que se necesitan para cada dispositivo que formará parte del sistema de control de acceso vehicular.

Finalmente, en el último capítulo se muestran diversas pruebas realizadas que permiten tener un conocimiento básico del funcionamiento del sistema, a través de las cuales se obtuvieron algunas pautas para la selección de los equipos y algunas recomendaciones de uso. Seguidamente, se especifican las características de cada uno de los equipos que forman parte del sistema, además del cableado, la ubicación de los equipos y los costos de los mismos.

Como conclusión principal se establece que la utilización en conjunto de nueva y variada tecnología en los sistemas de control de acceso vehicular en zonas residenciales, permite diseñar un sistema que ofrezca diversas herramientas a los usuarios, a quienes les permite llevar un control adecuado de acceso bajo las exigencias de los mismos, tratando de esta manera cumplir con sus expectativas.

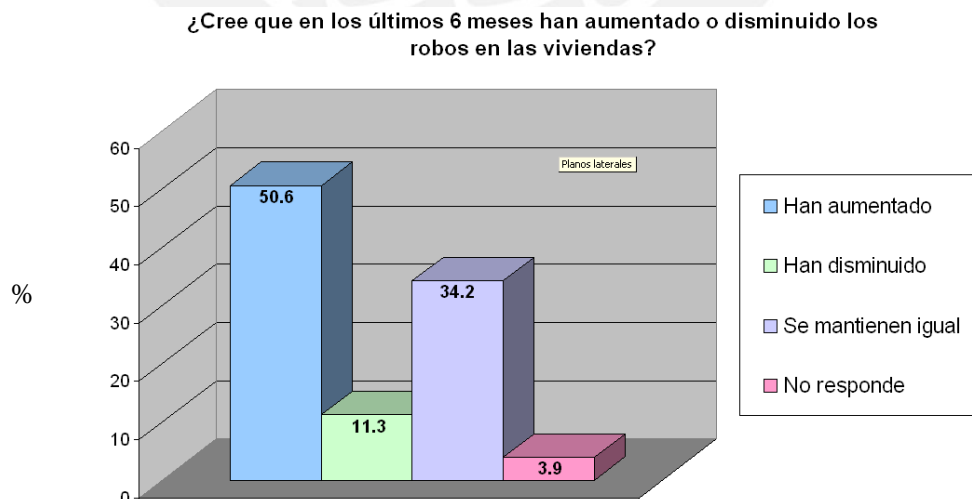
## CAPÍTULO 1

### ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ZONAS RESIDENCIALES

#### 1.1. Presentación

En la actualidad, en un recorrer diario de cualquier persona, ya sea para llegar a su trabajo o a su centro de estudio, se puede observar que diferentes calles de la ciudad se encuentran cerradas por medio de rejas. En este capítulo se verá el porqué de la instalación de rejas, el funcionamiento del sistema empleado actualmente para el control de acceso vehicular en zonas residenciales y las deficiencias que éste presenta.

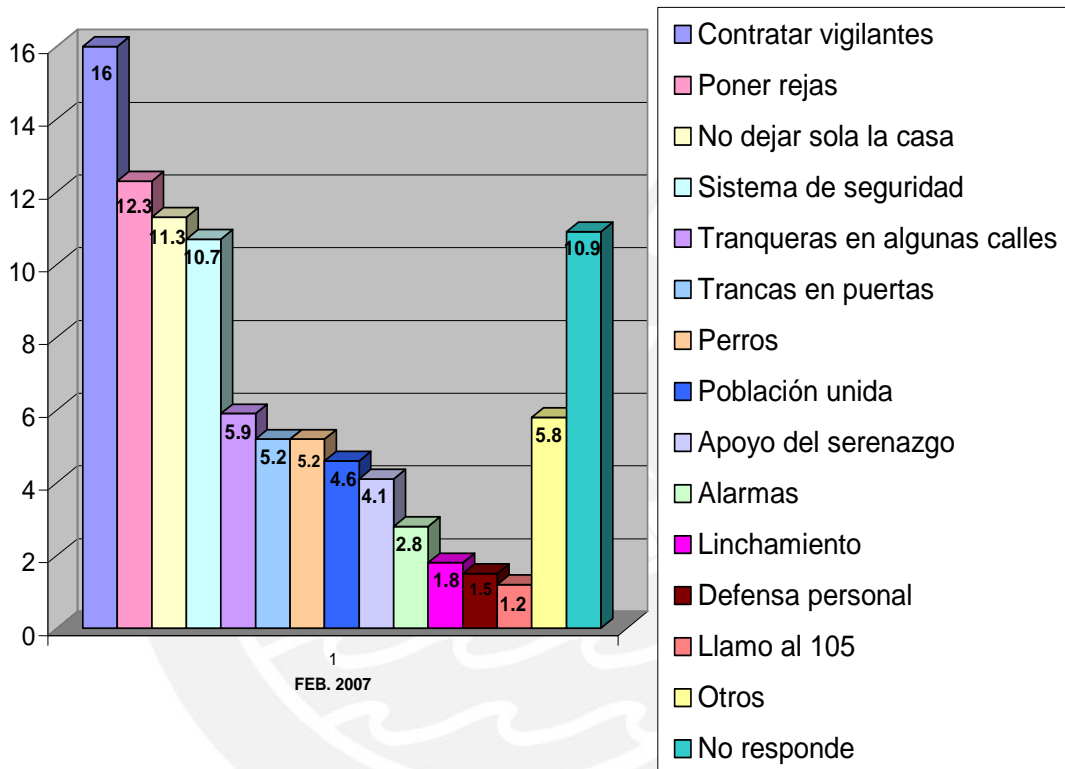
Según una encuesta realizada en febrero del 2007, por el Instituto de Defensa Legal, como se muestra en la imagen 1.1, el 50.6% de la población percibe que el robo en las viviendas ha aumentado, mientras que otro número importante como es el 34.2 % piensa que se mantiene igual en relación al año anterior [1].



**Imagen 1.1** Estadísticas sobre la delincuencia en el país tomadas del Instituto de Defensa Legal.

Por tal motivo, las personas de diferentes estratos sociales buscan la manera de protegerse y proteger sus bienes tomando diversas medidas de seguridad, como se observa en la imagen 1.2, la más frecuente con un 16%, es la contratación de vigilantes y con un 12.3%, la colocación de rejas, mientras que tan solo el 4.1% opta por el apoyo del serenazgo.

**¿Qué medida ha tomado para protegerse de la delincuencia?**



**Imagen 1.2** Estadísticas sobre medidas de seguridad tomadas del Instituto de Defensa Legal.

Es por ello que nace la necesidad de desarrollar un sistema de control de acceso vehicular en zonas residenciales basado en nuevas tecnologías, de manera que se trate de disminuir la dependencia del factor humano todo el tiempo.

El desarrollo de la presente tesis se llevó a cabo en la zona residencial ubicada en la Calle Hernando de Magallanes localizada en la urbanización de Maranga perteneciente al distrito de San Miguel. En la imagen 1.3, se puede observar la localización exacta de dicha calle.



**Imagen 1.3** Localización de la Calle Hernando de Magallanes [2].

Antes de entrar al análisis de la situación actual de la zona residencial se mostrarán los diferentes sistemas de control de acceso vehicular utilizados actualmente en el Perú.

### **1.2. Sistemas de control de acceso vehicular en Perú.**

En los últimos años, se ha notado que las personas optan por diferentes medidas de seguridad con mayor frecuencia para evitar el robo en sus viviendas, lo cual ha originado que se busquen nuevas y mejores medidas de seguridad.

Actualmente, en diferentes zonas del país se puede apreciar que las calles han sido cerradas por tranqueras metálicas, de madera o grandes bloques de piedra, pero indiscutiblemente la manera más utilizada es la instalación de rejas.

La tecnología para sistemas de control de acceso vehicular no está muy difundida en el país, ya que son muy pocos los lugares en los que se cuenta con un sistema automatizado, como es el caso del aeropuerto Jorge Chávez, en donde al momento de ingresar, se proporciona un ticket y luego se abre automáticamente la barrera vehicular. Dicho ticket posteriormente debe ser pagado para que se realice la apertura de la barrera vehicular, permitiendo la salida del vehículo.

### **1.3. La zona residencial en la actualidad.**

A continuación se describirán los factores que intervienen en el funcionamiento del sistema empleado actualmente, como lo son: la infraestructura, el sistema en sí y el personal encargado de éste.

#### **1.3.1. Infraestructura.**

En nuestro país existe una gran diversidad con respecto a la arquitectura de las zonas residenciales, ya que cada zona tiene un número de entradas y salidas en particular.

Generalmente las zonas residenciales cuentan con varios accesos y salidas, los cuales se encuentran ubicados en la periferia del lugar, y en muy pocos casos se cuenta únicamente con una entrada y una salida, como por ejemplo, en los condominios.

Además, cabe resaltar que entre las diferentes zonas residenciales puede existir gran o poca diferencia con respecto al espacio que ocupan, por lo tanto, el número de viviendas, y consecuentemente el número de usuarios que se encuentran dentro del lugar también difiere dependiendo de la zona.

La zona seleccionada para la realización de pruebas es una calle que se encuentra cerrada por rejas en ambos extremos, en la cual existen 10 casas ubicadas a cada lado, la mayoría de ellas con una infraestructura de 2 pisos de material noble.

### **1.3.2. Sistemas de control de acceso vehicular en zonas residenciales empleados actualmente.**

En la actualidad, el sistema de control de acceso vehicular con el que cuenta la mayoría de las zonas residenciales en el Perú consta de la instalación de rejas en todos los accesos que se encuentran alrededor de la zona, que generalmente son aquellos que forman intersecciones con las avenidas principales o más concurridas de la zona, manteniéndola así totalmente cercada.

Además este sistema de control de acceso vehicular tiene al menos, una caseta de vigilancia, la cual es ubicada en el punto de acceso más concurrido por los usuarios. El número de estas casetas de vigilancia depende del acuerdo, la necesidad y el factor económico con el que se cuenta en cada zona residencial en particular.

En muchos casos también se cuenta con la presencia de vigilantes en cada una de las cuadras de la zona residencial para que tengan un espacio limitado que cuidar, ya que a pesar de la instalación de rejas todavía se producen accesos de vehículos no pertenecientes al lugar.

El sistema se basa principalmente en la apertura de la reja por parte del vigilante cada vez que un vehículo desea entrar o salir de la zona, dependiendo de las instrucciones que le hayan impartido las personas que lo contratan, o de la decisión que tome el vigilante en proceder a verificar o no que las personas que ingresan sean residentes o visitantes de la zona, es que varía la confiabilidad del sistema.

Como se mencionó anteriormente, la zona cuenta con dos rejas ubicadas en los extremos de la calle, una de ellas se encuentra permanentemente cerrada, mientras que la otra se encuentra permanentemente abierta durante el día y cerrada pero sin candado durante la noche y la madrugada, permitiendo el acceso de cualquier vehículo sin control alguno, siendo así un sistema poco eficiente. Además se cuenta con un vigilante, el cual se encarga de cuidar la calle, más no se preocupa del control de acceso vehicular.

### **1.3.3. Personal encargado del sistema de control de acceso vehicular.**

La cantidad de personal que se contrata para la vigilancia y la manipulación de las rejas, depende de las necesidades de los residentes y de sus posibilidades económicas para pagar este servicio.

En algunos casos, el personal contratado va rotando en turnos de mañana o de noche para que el responsable del turno de la noche no llegue agotado y pueda desempeñar bien sus funciones; en otros casos, solo se cuenta con el personal en el día y durante la noche a partir de cierta hora, se mantienen las rejas cerradas.

El personal encargado del sistema en la zona elegida consta de un vigilante de 50 años de edad, el cual cumple un horario a partir de las 7 a.m. hasta las 7 p.m. Al momento de retirarse, el vigilante se encarga de cerrar la reja para que los usuarios la abran manualmente al momento de querer ingresar o salir; cabe resaltar que al momento de cerrarla no se coloca cerrojo alguno.

### **1.4. Deficiencias que presenta el sistema de control de acceso vehicular utilizado en la actualidad.**

En el presente trabajo, se analizará la problemática que envuelve el sistema de control de acceso vehicular utilizado actualmente en nuestro país. Luego de este análisis se puede resaltar la necesidad de la innovación tecnológica para atender de forma eficiente, con rapidez y calidad de servicio a los usuarios del sistema de control de acceso vehicular.

A continuación se mencionan las deficiencias encontradas en el sistema de control de acceso vehicular utilizado en la mayoría de los distritos del país, las cuales han sido obtenidas por medio de la encuesta N° 1 que se encuentra en el anexo N°1 del presente documento.

- La existencia de un horario de apertura y cierre de las rejas causa incomodidad en los usuarios al momento en que éstos desean acceder a sus hogares, ya que deben adecuarse al horario establecido.



- La dependencia total del factor humano para permitir el acceso vehicular lo convierte en un sistema ineficiente, ya que como se muestra en la imagen 1.4 se necesita de su presencia las 24 horas del día para que se encargue de la apertura y cierre de la reja; en el caso que el personal se mueva de su puesto se podría generar un caos innecesario. Por otro lado, la labor de vigilancia se convierte en una tarea peligrosa al tener que exponer su vida durante altas horas de la noche.



**Imagen 1.4** Reja controlada por un vigilante.

- Debido a la inexistencia de un control adecuado por parte del personal contratado para la vigilancia, con respecto a los vehículos que entran en la zona, el sistema se vuelve ineficiente.
- Otro problema, como se muestra en la imagen 1.5, surge cuando las rejas se encuentran totalmente cerradas, ya que causa molestias en algunos residentes que desean llegar a sus hogares y la manera más rápida para ellos es atravesando dicha reja, pero al momento de encontrarla cerrada tienen que buscar rutas alternas de acceso para poder llegar a su destino.



**Imagen 1.5** Reja permanentemente cerrada.

- Contrariamente, en otros casos, como se muestra en la imagen 1.6, al mantener las rejas totalmente abiertas sin un personal encargado del control de acceso vehicular también se vuelve una deficiencia, ya que se produce un acceso indiscriminado al lugar y la colocación de rejas no tiene efecto alguno sobre la delincuencia.



**Imagen 1.6** Reja permanentemente abierta.

### 1.5. Conclusiones.

Por todo lo mencionado anteriormente, se concluye que el temor a ser víctima de un delito y la percepción por parte de la población de que la delincuencia viene en aumento, hace que ésta opte por organizarse, para poder así optar por diferentes medidas de seguridad.

Debido a la falta de conocimiento de las nuevas tecnologías existentes que se pueden utilizar en los sistemas de control de acceso vehicular, optan por sistemas totalmente dependientes del recurso humano, en los cuales debido a la inexistencia de un control adecuado del personal se convierten en sistemas ineficientes.

Además, en algunos casos, suelen causar molestias en los residentes, como se puede apreciar en las sentencias recaídas en el expediente 3482-2005 PHC/TC en donde, en uno de los casos, el Tribunal Constitucional acredita que existe una parcial restricción a la libertad de tránsito de algunas personas que viven dentro de la zona residencial y ordena que el personal de seguridad no obstaculice el libre tránsito por las vías respectivas del demandante, sus familiares y terceros que acudan a ellos [3].

## CAPÍTULO 2

### SISTEMAS DE CONTROL DE ACCESO VEHICULAR

#### **2.1. Estado del arte.**

El avance de la tecnología en la actualidad proporciona diversas herramientas que, por un lado, permiten solucionar problemas que antes hubieran sido imposibles de resolver y, en otros casos, permiten resolverlos de una manera más sencilla.

Para poder abordar el tema de un sistema de control de acceso, se debe conocer los dispositivos que se encuentran interrelacionados dentro de éste, como son los sensores, controladores y finalmente los actuadores.

El asunto de estudio que se presenta en la presente tesis consiste en el diseño de un sistema de control de acceso vehicular en zonas residenciales, el cual debe cumplir con los requerimientos de los habitantes de la zona.

En este contexto, se realizará un estudio de las tecnologías utilizadas en este tipo de sistema para poder tener una visión clara de las alternativas por las que se puede optar.

#### **2.2. Tecnologías usadas en la actualidad.**

En este nivel de la investigación se presentarán las diversas tecnologías que existen y forman parte de las alternativas que pueden usarse para el diseño del sistema.

##### **2.2.1. Circuito cerrado de televisión (CCTV).**

El CCTV involucra principalmente 3 procesos que serán detallados a continuación.

- Adquisición de las imágenes.

Hoy en día existen diferentes tipos de cámaras que pueden utilizarse para la adquisición de imágenes deseadas en el CCTV. Entre ellas tenemos las cámaras IP, las cuales capturan y transmiten imágenes digitales en vivo directamente a través de cualquier red IP (LAN, intranet, Internet), permitiendo a los usuarios manejar la cámara de forma remota a través de un servidor web en cualquier lugar y en cualquier momento [4].



**Imagen 2.1** Cámara IP.

Figura tomada de <http://www.seguridadplus.com>

También existen las cámaras del tipo PTZ que permiten a través de un computador variar el acercamiento y el movimiento horizontal y vertical de la cámara [5].



**Imagen 2.2** Cámara PTZ.

Figura tomada de <http://www.controlelectronico.com>

- Transmisión de las imágenes.

Últimamente se cuenta con la transmisión de video vía inalámbrica, ya sea mediante una red wireless LAN o mediante Internet, eliminando así el problema del cableado. Para la transmisión de los datos obtenidos por las cámaras del tipo PTZ se puede utilizar el protocolo TCP/IP, con lo cual se aprovecha el cableado estructurado existente.

- Visualización y grabación de las imágenes.

El CCTV permite acceder visualmente a diferentes ambientes desde el centro de control; como se muestra en la imagen 2.3, las imágenes de los diferentes ambientes se pueden observar de uno en uno, gracias a la utilización de un conmutador, o se pueden observar varias imágenes a la vez en la misma pantalla utilizando multiplexores. Tanto el conmutador como los multiplexores buscan concentrar el video para luego direccionarlo a monitores o controladores, ya que algunos sistemas no solo concentran video sino que también datos de control, como es el caso de las cámaras tipo PTZ.

En la actualidad, la tecnología utilizada para la grabación de imágenes en el CCTV es la de DVR (Digital Video Recorder) [6], la cual permite procesar video de una manera digital, permitiendo un mayor tiempo de grabación e imágenes de alta resolución.

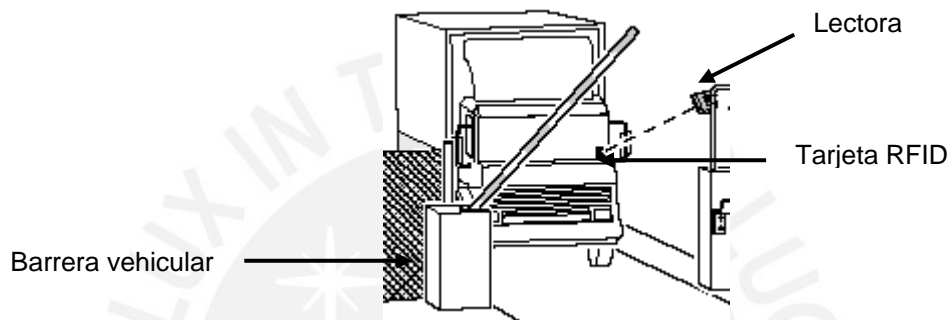


**Imagen 2.3** Imágenes obtenidas por el circuito cerrado de televisión.

Figura obtenida de <http://www.tycosafetyproducts-europe.com>

### 2.2.2. Barreras vehiculares.

Son utilizadas para controlar el acceso vehicular en uno o ambos sentidos. Normalmente cuentan con la posibilidad de apertura en forma manual para aquellos casos de corte de energía. Como se muestra en la imagen 2.4, generalmente las barreras vehiculares van acompañadas de lectoras y tarjetas de proximidad para la identificación del vehículo.



**Imagen 2.4** Sistema de control de acceso con barrera vehicular y lectora.

Figura tomada de <http://www.tagmasterna.com>

### 2.2.3. Lectoras.

Son las encargadas de recibir la información de las personas que solicitan el acceso a un lugar. Las opciones de lectoras son muy variadas. Algunos fabricantes diseñan sus propias lectoras, pero también permiten que exista compatibilidad con otros dispositivos de diferentes fabricantes.

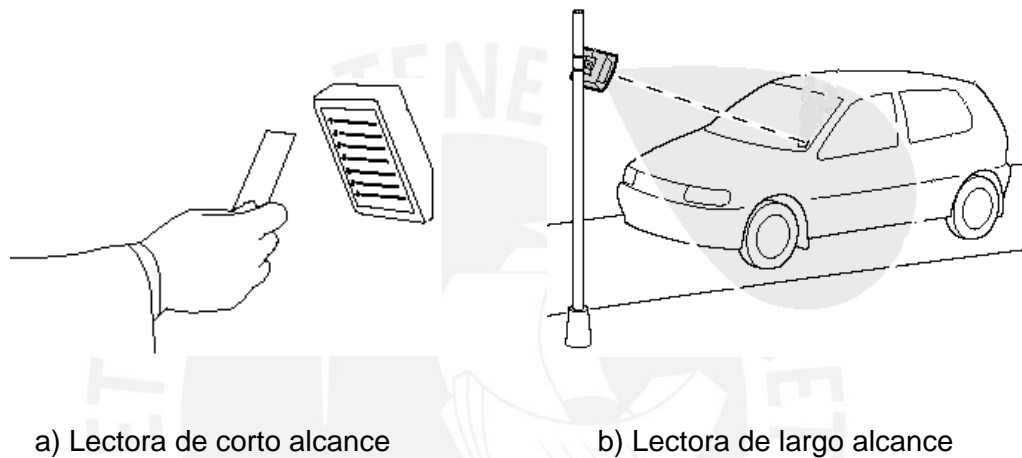
A continuación se presentan las diferentes tecnologías que pueden utilizar las lectoras, como lo son: proximidad, wiegand, magnéticas y biométricas.

#### 2.2.3.1. Lectoras de proximidad.

Emiten una señal de radiofrecuencia RF en el espacio. Cuando la tarjeta, que tiene en su interior un cable ferromagnético, es excitada por la señal de radiofrecuencia, genera un voltaje que es sentido y reconocido por la lectora como un código que ha sido precargado por el fabricante.

Existen lectoras de proximidad de corto y largo alcance, como se puede ver en las imágenes 2.5a y 2.5b correspondientemente. En ambos casos no se produce un contacto entre lector y tarjeta.

Generalmente, las de largo alcance son las más utilizadas con las barreras vehiculares, pero su limitación principal es la dificultad de asegurar que quien posee la tarjeta es el dueño de ésta.



**Imagen 2.5** Tipos de lectoras.

Figuras tomadas de <http://www.tagmasterna.com>

#### 2.2.3.2. *Lectoras con tecnología wiegand.*

Las lectoras con tecnología wiegand ofrecen una elevada fiabilidad, flexibilidad y gran seguridad a un precio razonable. Estas lectoras pueden utilizarse en cualquier lugar, indiferentemente del entorno.

Este tipo de lectoras no se ve afectado por interferencias de frecuencias de radio o campos magnéticos externos. Se puede confiar en la resistencia y fiabilidad de estas lectoras [7].

A diferencia de los otros tipos de lectoras de proximidad, las lectoras con tecnología wiegand poseen un código de identificación grabado en cables integrados dentro de la tarjeta. Cada cable posee cualidades magnéticas diferentes.



### 2.2.3.3. *Lectoras magnéticas.*

Han sido las más utilizadas, pero están siendo desplazadas debido a las desventajas que presentan; ya que al pasar las tarjetas por la ranura de la lectora, como se observa en la imagen 2.6, la impresión se va deteriorando hasta que llega un punto en donde la lectora ya no la reconoce y la tarjeta debe reponerse [8].



**Imagen 2.6** Lectora de banda magnética.

Figura tomada de <http://www.bioidentidad.com>

### 2.2.3.4. *Lectoras biométricas.*

Recibe la información del usuario mediante el escaneo de alguna característica biofísica de la persona para ser identificada, como por ejemplo: retina, huella digital, geometría de la mano y contorno facial.

- Retina: Provee una lectura de alto nivel de seguridad y fiabilidad ya que es casi imposible de engañar. No es un sistema habitual ya que es caro e intrusivo, al tener que realizarse un escaneo al ojo, a través de unos orificios como se puede ver en la imagen 2.7 [9].



**Imagen 2.7** Lectora de retina.

Figura tomada de

<http://www.panasonic.com>

- Huella dactilar: Sistema biométrico más antiguo y económico, capaz de adquirir y procesar una huella dactilar de forma que se verifica si se encuentra o no en la base de datos, y de acuerdo a esto se toma las acciones correspondientes. La toma de huella dactilar se observa en la imagen 2.8.

Requiere de mantenimiento para su limpieza e higiene, además se debe tener en cuenta que ciertas condiciones de temperatura y humedad pueden repercutir en el funcionamiento del sensor [10].



**Imagen 2.8** Lector de huella digital.

Figura tomada de <http://www.kimaldi.com>

- Geometría de la mano: Estos lectores biométricos utilizan la forma tridimensional de la mano para identificar la identidad única del sujeto. A este dispositivo no le afecta que las manos estén sucias, mojadas, con grasa o con anillos.

Como se observa en la imagen 2.9, una cámara de rayos infrarrojos y un sistema óptico capturan el diseño de la mano en tres dimensiones, luego un microprocesador se encarga de extrapolar las características discriminantes para compararlas con el patrón que se tiene archivado.

Una de las características importantes de este dispositivo es que actualiza su base de datos con los cambios que se puedan producir en la muestra, como adelgazamiento o proceso de cicatrizado de una herida [11].



**Imagen 2.9** Lector de geometría de la mano.

Figura tomada de [http:// www.intelektron.com](http://www.intelektron.com)

- Reconocimiento facial: En este sistema una cámara es la encargada de tomar la imagen de una cara, mide las distancias y proporciones entre los puntos que separan la parte interior y exterior de los ojos, nariz y boca principalmente. Según ICE Seguridad, empresa española con gran experiencia en seguridad, se trata de un sistema con una alta tasa de fallo.

### **2.3. Medios de Comunicación.**

Actualmente, los medios de transmisión más utilizados dentro de la rama de cableado estructurado son: el cable coaxial grueso y delgado, el par trenzado más conocido como UTP, cuya categoría más utilizada es la 5e y la fibra óptica. Cabe resaltar que también existen transmisiones inalámbricas, como los enlaces de radio. A continuación, se procederá a describir cada uno de ellos.

#### **2.3.1. Cable coaxial.**

Es frecuentemente utilizado para televisión, CCTV, redes LAN y conexión de algunos tipos de periféricos a corta distancia. Sirve para transmitir tanto señales analógicas como digitales.

Está compuesto por varias capas, como se muestra en la imagen 2.10, en donde el conductor central llega a tener calibres de 16, 18 y 20 AWG dependiendo de la distancia que se vaya a recorrer.

Este tipo de cable, tiene menos interferencias, y es capaz de lograr altas velocidades de transmisión en largas distancias. Además, es más costoso que el par trenzado.

Para cierta cantidad de metros, en el caso de señales analógicas, se requiere de un amplificador; mientras que en el caso de las señales digitales se requiere de un repetidor cada kilómetro. Tiene como desventajas: atenuación, ruido térmico y ruido de intermodulación [12].



**Imagen 2.10** Cable coaxial.

Imagen tomada de <http://wimacom.com>

### 2.3.2. Cable UTP.

Utilizados mayormente en voz y datos; baratos y fáciles de instalar. Su forma trenzada es para reducir las interferencias electromagnéticas con respecto a los pares que se encuentran a su alrededor, como se muestra en la imagen 2.11.

Posee diversas categorías, a las cuales se les asocia una velocidad de transmisión como se muestra a continuación:

- Categoría 1: Utilizado para comunicación telefónica, alcanza una velocidad inferior a 1 Mbps, por esto no se recomienda para transmisiones de datos.
- Categoría 2: Velocidad de transmisión de hasta 4 Mbps.
- Categoría 3: Velocidad de transmisión de hasta 10 Mbps, es muy utilizado para desarrollar redes Ethernet de 10 Base T.
- Categoría 4: Velocidad de transmisión de hasta 16 Mbps, apto para transmisiones de datos
- Categoría 5: Velocidad de hasta 100 Mbps, muy recomendado para transmitir datos dentro de edificaciones de ciertas dimensiones [13].



**Imagen 2.11** Cable UTP.

Figura tomada de <http://www.netkrom.com>

### 2.3.3. Fibra óptica.

La fibra óptica transmite luz y no emite radiaciones electromagnéticas que puedan interferir con equipos electrónicos, tampoco se ve afectada por radiaciones emitidas por otros medios, por lo tanto constituye el medio más seguro para transmitir información de muy alta calidad sin degradación [14].

En transmisiones de larga distancia permite tener un mayor ancho de banda y menor atenuación, además permite una mayor separación entre repetidores.

Para un fácil reconocimiento, en la imagen 2.12, se muestran sus características físicas.



**Imagen 2.12** Fibra óptica.

Figura tomada de <http://www.cablecom.es>

### 2.3.4. Ondas de radio.

Las ondas de radio pueden viajar largas distancias y penetrar grandes edificaciones con facilidad. Viajan en varias direcciones, por lo tanto no se requiere alinear el transmisor con el receptor.

Las ondas de radio dependen de la frecuencia; ya que a frecuencias bajas, atraviesan los obstáculos sin problemas, pero a frecuencias altas tienden a viajar en línea recta, por lo tanto, cuando se topan con un obstáculo rebotan con facilidad [15].

#### **2.4. Control de acceso vehicular.**

Los sistemas de control de acceso vehicular son requeridos por muchas organizaciones privadas y públicas, para identificar y permitir el acceso a personas que desean acceder a un lugar.

En todo diseño es importante conocer las necesidades del usuario para poder buscar la mejor alternativa que se adecue a éstas, sino el éxito del proyecto no estará asegurado.

Entre los dispositivos utilizados en un sistema de control de acceso vehicular se encontrarán inicialmente las lectoras, considerados como la entrada del sistema ya que gracias a ellos se identificará si la persona está autorizada o no a ingresar a un determinado lugar, a continuación se tiene el controlador que viene a ser la parte inteligente del sistema, puesto que es el encargado de la toma de decisiones teniendo en cuenta la información obtenida por las lectoras; y finalmente se encuentran los actuadores, que en este caso estarían representados por las barreras vehiculares, las cuales son encargadas de permitir el ingreso a aquellas personas autorizadas.

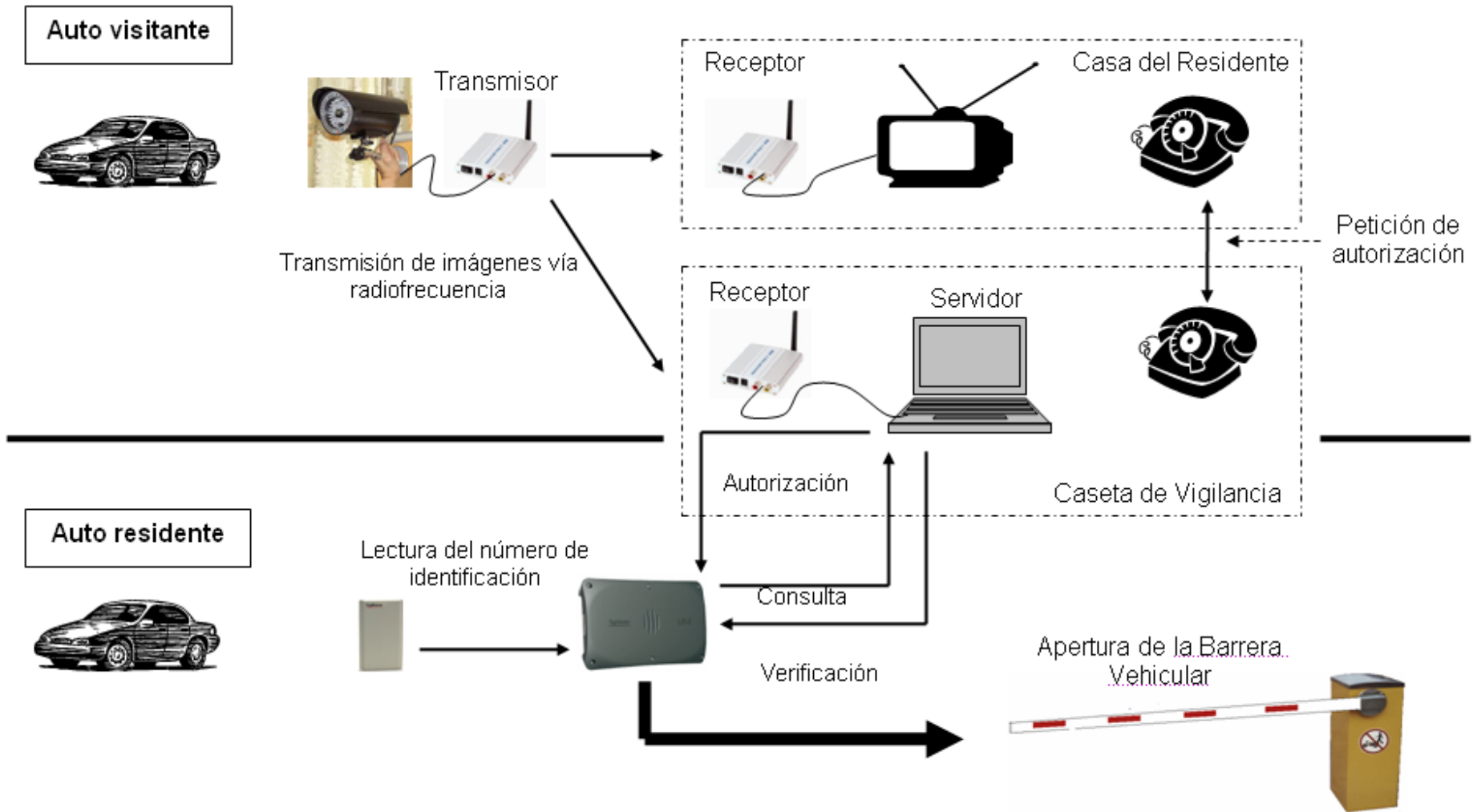
Como algo adicional, se puede contar con un circuito cerrado de televisión, el cual permitirá la transmisión de imágenes a los residentes en caso se tenga una visita, para que luego de haber observado las imágenes se permita o no el ingreso de las personas.

Estos elementos mencionados anteriormente deben de comunicarse entre sí por medio de un protocolo, el cual debe ser elegido cuidadosamente ya que es el que va a proporcionar las características del sistema y el que va a determinar los equipos a utilizar, puesto que existen protocolos propietarios, que no serán compatibles con cualquier fabricante pero serán más confiables, y protocolos estándares que son más versátiles y con los cuales se pueden seleccionar equipos de diferentes fabricantes.

El objetivo es integrar todas las herramientas mencionadas para que puedan cumplir en conjunto con su fin fundamental, asegurar un control exhaustivo de los vehículos que desean entrar en la zona. Finalmente, dado que el factor económico en el Perú es un limitante, se buscará soluciones eficientes, fiables y fáciles de usar a un costo accesible para el usuario peruano.

En la imagen 2.13, se muestra un esquema de lo que sería el diseño del sistema de control de acceso vehicular para una zona residencial.





**Imagen 2.13** Esquema del diseño del sistema de control de acceso vehicular.



## **2.5. Indicadores que permiten conocer los grados de mejora que ofrece la instalación del nuevo sistema de control de acceso vehicular.**

Para evaluar la calidad de un sistema de control de acceso vehicular como el que se está planteando, se deben tener en cuenta las siguientes variables.

### **2.5.1. Tiempo de acceso.**

Luego de la instalación del sistema diseñado en la presente tesis, este indicador podrá ser medido en función a la velocidad promedio con la que ingresen los vehículos de los residentes a la zona, verificando que el tiempo de acceso en comparación con el del sistema actual es menor, además que no se requerirá que el vehículo residente se detenga para algún tipo de identificación.

### **2.5.2. Satisfacción del usuario.**

Este indicador podrá ser medido mediante las quejas y/o sugerencias por parte de los usuarios luego de la instalación del sistema, las cuales deberán ser tomadas en cuenta para poder brindar un mejor servicio a los usuarios. Esta satisfacción dependerá de la calidad del servicio y de la capacidad del personal para manejar el sistema.

### **2.5.3. Seguridad en la zona residencial.**

El aumento de la seguridad en la zona puede ser medido a través de estadísticas que comparen la cantidad de situaciones no deseadas, como el robo a los peatones, los vehículos o las casas, utilizando el nuevo sistema diseñado y el sistema utilizado con anterioridad.

### **2.5.4. Mejora en el desempeño del personal de vigilancia.**

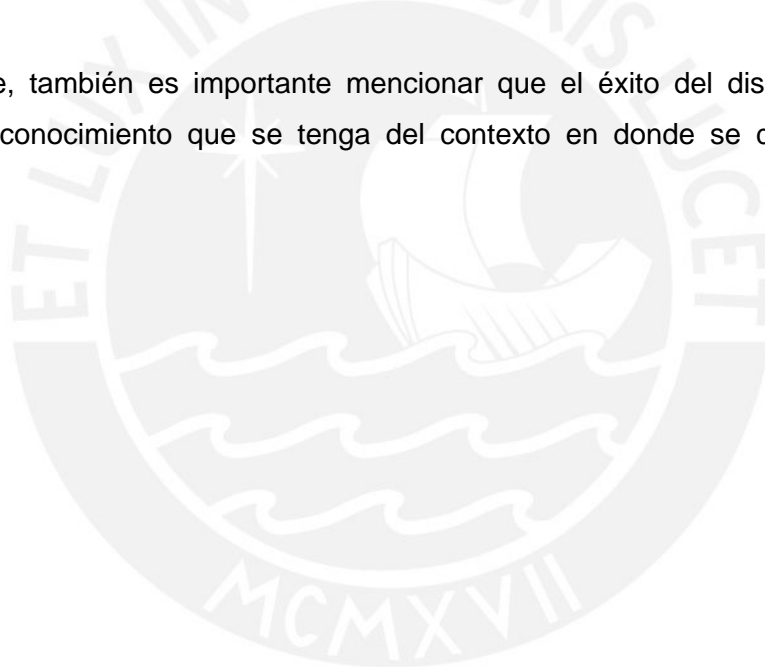
Las mejoras también pueden ser percibidas en un aumento del rendimiento del personal de vigilancia, quien sólo se encargará de verificar la identidad de los vehículos no pertenecientes al lugar. Además que las herramientas puestas a su disposición le ofrecen mayor facilidad para el desempeño de sus funciones.

## 2.6. Conclusiones.

Durante las últimas décadas, ha surgido una gran variedad de productos destinados al control de acceso, así como también diferentes protocolos para interconexión de los dispositivos debido a la gran demanda de seguridad que se tiene actualmente.

Según las necesidades de cada usuario se debe implementar un sistema de control de acceso de acuerdo a las prioridades de éste, prestando atención en el protocolo a usar, la cantidad de dispositivos a controlar, la robustez del diseño, el tipo de arquitectura que se debería utilizar y especialmente en la relación costo – beneficio que se obtendría luego de la implementación del sistema.

Finalmente, también es importante mencionar que el éxito del diseño depende del grado de conocimiento que se tenga del contexto en donde se desarrollará dicho sistema.



### CAPÍTULO 3

#### DETERMINACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE LOS HABITANTES DE

##### LA ZONA RESIDENCIAL

En el presente capítulo se muestran las características que se buscan en los diferentes equipos que van a conformar el sistema de control de acceso vehicular, las cuales surgen basándose en las necesidades de los usuarios.

##### **3.1 Hipótesis de la tesis.**

Dado que en el Perú los sistemas de control de acceso vehicular en zonas residenciales están conformados por rejas o tranqueras de madera, los cuales constituyen sistemas limitados, ya que dependen todo el tiempo del factor humano, entonces el diseño de un sistema de control de acceso vehicular basado en tarjetas RFID y circuito cerrado de televisión, debe proporcionar un acceso más controlado de las personas que no residen en el lugar y desean ingresar a ella; además de ofrecer al usuario un sistema confiable y efectivo al momento de querer llegar a su domicilio, ya que no dependerían del personal de vigilancia para acceder a la zona residencial donde viven, ni se encontrarían con rutas de acceso cerradas durante ciertas horas.

Por lo tanto, se busca que el nuevo sistema de control de acceso vehicular sea más confiable y efectivo que el que se viene utilizando en los últimos tiempos.

### 3.2 Objetivo de la tesis.

La presente tesis tiene como objetivo general diseñar un sistema de control de acceso vehicular en zonas residenciales basado en tecnología RFID y barreras vehiculares, en el caso que el usuario sea una persona que habite en el lugar donde se va a utilizar el sistema.

Por otro lado, en el caso se trate de un vehículo visitante, el sistema contará con circuito cerrado de televisión para la identificación de las personas visitantes por parte del residente al que se ha ido a visitar, el cual le indicará por teléfono al personal de vigilancia si autoriza o no el ingreso de dicho vehículo. Se debe tener en cuenta que, en ambos casos, se busca cumplir con las expectativas de los usuarios.

Para poder lograr el objetivo de esta tesis se ha visto conveniente, primero, conocer las limitaciones que presentan los sistemas de control de acceso vehicular utilizados actualmente, las cuales fueron mencionadas en el capítulo 1 de este trabajo. Luego se procederá a identificar las necesidades que tienen los usuarios con respecto a este tipo de sistema de control de acceso, para poder seleccionar los dispositivos adecuados para el desarrollo del mismo. Además, es necesario que todos los dispositivos que intervienen dentro del sistema, mantengan una buena comunicación entre ellos.

Finalmente, en cuanto a la transferencia de imágenes, se busca que las imágenes que serán observadas por los usuarios en cada una de sus casas sean lo necesariamente nítidas, de modo que la dificultad al momento de reconocer el rostro de los visitantes dentro del vehículo, sea mínima.

El diseño del sistema que se planteará en la presente tesis incluirá la selección y la ubicación de los diversos componentes del sistema, así como una cotización detallada de los equipos involucrados.

### 3.3 Procedimiento para la adquisición de los requerimientos.

En todo diseño es importante saber cual es la aplicación que se le va a dar a cada uno de los elementos que conforman el sistema, pero al mismo tiempo, también es importante tener en cuenta cuales son las necesidades del usuario y que es lo que realmente espera y desea, ya que finalmente ellos son los que van a adquirir y a utilizar el sistema. Por lo tanto, se busca que una vez planteado el diseño, éste cumpla con sus expectativas.

Ya que el sistema debe estar orientado a ser un sistema fiable y eficiente, pero al mismo tiempo debe satisfacer las necesidades del usuario y cumplir con sus expectativas, es que se procede a investigar el uso que le dan al sistema empleado actualmente y las deficiencias que éste presenta, para así poder conocer estas necesidades y tenerlas en cuenta al momento de seleccionar los dispositivos.

Por ello, se procedió a realizar 2 encuestas, las cuales pueden ser apreciadas en el anexo ubicado al final del presente documento. Con la primera, se busca conocer las necesidades del usuario para saber con que frecuencia se utilizaría el sistema de control de accesos basándose en la cantidad de vehículos con los que cuenta cada usuario, la cantidad de visitas en automóvil que recibe y el horario de llegada que en ambos casos normalmente se tiene. En este caso, fue necesario ir a la Calle Hernando de Magallanes, la cual se ha tomado como muestra para el desarrollo de la presente tesis, para conocer la realidad del lugar. La encuesta se realizó en diferentes horarios para poder encontrar a los dueños de casa, ya que la mayoría de ellos se encuentra trabajando durante todo el día.

Con la segunda encuesta que se realizó, lo que se busca es demostrar que el sistema de control de acceso vehicular empleado en la actualidad en diversos puntos de nuestro país, no es del todo confiable y eficiente. Esta encuesta se encuentra en el Anexo N°2.

Dado que el sistema utilizado en la Calle Hernando de Magallanes es el típicamente usado en nuestra capital, se procedió a encuestar a personas de diferentes zonas que utilizan el mismo sistema para tener una mejor visión de los problemas o incomodidades que los aquejan, y asimismo, esta información es útil en el sentido que se procurará que el nuevo sistema no presente dichos defectos.

### 3.4 Requerimientos del sistema.

Para el diseño del sistema, se necesitará que los dispositivos a elegir cumplan con las características que se mencionarán posteriormente, las cuales estarán basadas en las encuestas que se realizaron para determinar las necesidades del usuario, de tal manera que se pueda cumplir con las expectativas que éstos tienen con respecto a un nuevo sistema que pueda otorgarles mayor seguridad.

De acuerdo al esquema del diseño del sistema de control de acceso vehicular presentado en el capítulo 2, los dispositivos que integran el sistema son:

- Tarjetas RFID.
- Lectoras de proximidad de largo alcance.
- Barreras vehiculares.
- Circuito cerrado de televisión.
- PC para el almacenamiento de las imágenes.

Cada uno de estos dispositivos deberá tener ciertas características para formar parte del sistema de control de acceso vehicular, las cuales serán detalladas a continuación.

#### 3.4.1 Características de las tarjetas RFID.

Las tarjetas deberán estar fabricadas para un funcionamiento en exteriores, de manera que soporten las diferentes temperaturas climáticas y no se maltraten o rompan con facilidad. Asimismo, éstas deben tener una garantía de durabilidad en condiciones normales de uso que debe ofrecer el fabricante.

Además, las tarjetas deben estar hechas de tal modo que se puedan colocar fácilmente en el parabrisas del vehículo, sin que el polvo o la temperatura del ambiente interfieran en su funcionamiento. Cabe resaltar que, la ubicación de la tarjeta en dicho lugar se debe a que existiría una mejor línea de vista entre la tarjeta y el lector.

Las tarjetas RFID a utilizar en el nuevo sistema de control de acceso vehicular deberán ser del tipo semi-pasivas, o también llamadas semi-activas, que son aquellas tarjetas RFID que cuentan con su propia batería interior, la cual sólo alimenta al microchip interno que posee, más no alimenta la radiodifusión de la señal, como si sucede en el caso de las tarjetas tipo activas [16].

Se ve conveniente que las tarjetas RFID sean del tipo semi-pasivas debido a que este tipo de tarjetas tienen un mejor grado de sensibilidad frente al lector que las del tipo pasivo, que usualmente fallan en el primer enlace entre el lector y la tarjeta. Por lo tanto, las tarjetas semi-pasivas hacen que el sistema sea más confiable [17].

Además, el tiempo de vida de la batería es mucho mayor que las del tipo activas, ya que a diferencia de éstas, la radiodifusión de la señal se alimenta de la energía de radiofrecuencia proveniente del lector, y no de la batería.

Otro punto importante que se debe tener en cuenta es evitar la duplicidad de tarjetas con el mismo número de identificación, lo cual debe ser garantizado por el fabricante de manera escrita, para así poder evitar una posible deficiencia en el sistema y se pueda ofrecer una mayor confiabilidad al usuario.

Por último, y no por eso menos importante, las tarjetas a adquirir deben ser totalmente compatibles con las lectoras a instalar, de manera que se obtenga una buena comunicación entre los dispositivos.

#### **3.4.2 Características de las lectoras de proximidad de largo alcance.**

A continuación, se presentarán las características necesarias que se deben tener en cuenta al momento de elegir las lectoras, y el software que se requiere para el funcionamiento de las mismas.

##### **3.4.2.1 Lectoras**

Para el control de acceso vehicular en la zona residencial tomada como muestra en esta tesis, se requiere como mínimo de 2 lectoras, las cuales irían ubicadas en cada extremo de la calle.

Las lectoras deben estar diseñadas para un funcionamiento en exteriores, de manera que la temperatura, la humedad o las lluvias no interfieran en su buen funcionamiento. Para evitar el contacto del lector con la lluvia se ve necesario colocar el dispositivo debajo de una especie de techo protector de manera que se evita que el equipo se malogre al mojarse.

El alcance de las lectoras debe ser como mínimo 3m. para así poder dar un tiempo de apertura suficiente a la barrera vehicular, de tal modo que el vehículo del usuario residente no se detenga y el tiempo de acceso sea menor.

Como se mencionó anteriormente, debe existir compatibilidad entre las tarjetas RFID y las lectoras para un buen funcionamiento del sistema.

#### *3.4.2.2 Software*

Para una integración del sistema, se necesita que el software permita la incorporación de las lectoras dentro de un sistema de control de accesos.

Además, el software debe hacer posible que las lectoras puedan conectarse a una PC remota, en donde se encontrará una base de datos con los números de identificaciones válidos, a los cuales se les permitirá el ingreso al lugar.

#### **3.4.3 Características de las barreras vehiculares.**

Para la presente tesis, al igual que las lectoras de proximidad de largo alcance, se requiere de 2 barreras vehiculares ubicadas en los extremos de la calle, las cuales se encargarán de permitir o no el acceso a la zona.

El tamaño del brazo de la barrera vehicular tiene que ser capaz de bloquear un carril de la pista, de manera que se pueda restringir el paso de un automóvil.

El gabinete deberá estar hecho de un material resistente ante cualquier posible impacto contra éste y debe haber sido fabricado para trabajo en exteriores para que no se deteriore con facilidad.

Las barreras vehiculares deben ser capaces de actuar conjuntamente con algún tipo de sistema de control de acceso, como pueden ser los sistemas de proximidad o sistemas biométricos, para poder tener un diseño más robusto del sistema final.



El tiempo de apertura de la barrera vehicular no deberá ser mayor al tiempo de apertura del sistema actual, el cual será estimado luego de tomar el tiempo en diversas oportunidades; ya que lo que se busca es un mayor confort por parte del usuario. Para lo cual se procurará que una vez detectado el vehículo, éste encuentre la barrera vehicular abierta en el momento que pase por ella sin tener la necesidad de detener el vehículo por encontrarla cerrada o recién abriéndose, al momento de querer ingresar a la zona residencial. Esto sólo se daría en el caso que se trate de un vehículo perteneciente a una persona que reside en el lugar.

Además, la barrera vehicular debe contar con algún mecanismo adicional para su accionamiento en caso se suspenda el suministro de energía eléctrica o se deba, como en el caso de los vehículos visitantes, tener que activar manualmente.

Finalmente, se debe tener en cuenta que al momento de instalar la barrera vehicular también se debe contar con un sistema que permita detectar que el vehículo pasó totalmente por debajo de la barrera, de manera que al momento que ésta descienda a su posición original, no produzca algún daño al vehículo.

#### **3.4.4 Características del circuito cerrado de televisión.**

Dentro de este punto, se mostrarán los requerimientos de los diferentes elementos, como cámaras, transmisores, receptores, tarjeta capturadora de video y software, que intervienen en el circuito cerrado de televisión del sistema.

##### **3.4.4.1 Cámaras.**

Para el circuito cerrado de televisión se van a necesitar 2 cámaras que soporten el estándar NTSC, ya que de acuerdo a las encuestas realizadas, el usuario prefiere observar las imágenes en el televisor de su hogar, antes que en una computadora.

Las cámaras a elegir deberán estar hechas de manera que sean aptas para el uso en exteriores, para que de esta manera las condiciones climáticas no afecten su funcionamiento.

Además, es necesario que las cámaras a elegir sean capaces de captar imágenes en movimiento, de manera que al momento que el usuario observe las imágenes en su casa no se encuentre con imágenes borrosas.

Por otro lado, las cámaras deben ser capaces de transmitir imágenes nítidas tanto de día como de noche. Una opción adicional que se puede dar en caso de condiciones de iluminación escasa durante la noche, es poder adquirir un reflector de luz infrarroja de manera que se mejore la iluminación para la cámara, y por ende, la calidad de la imagen a transmitir. Cabe resaltar que la luz emitida del reflector no será apreciada por las personas que pasen por el lugar.

#### *3.4.4.2 Transmisores, receptores.*

Asimismo, los transmisores de video deberán ser lo suficientemente potentes para transmitir el video a lo largo de toda la calle sin que se pierda la nitidez de las imágenes, la cual debe ser suficiente para que el usuario pueda reconocer el rostro de la persona que se encuentra dentro del vehículo sin ninguna dificultad.

Será necesario adquirir 22 receptores inalámbricos de video, de manera que se pueda ahorrar el gasto en cableado a lo largo de toda la calle, ya que para que se capten las imágenes de video en la televisión, cada casa debe contar con un receptor.

Se debe tener en cuenta que la frecuencia de transmisión y recepción sea la misma, al igual que el tipo de codificación de video para que se puedan obtener correctamente las imágenes. Para este caso, se prefiere que la frecuencia tanto de transmisión como de recepción sea de 2.4 Ghz. ya que para transmitir a esta frecuencia no se requiere de una licencia por parte de una institución [18].

La modulación requerida para la transmisión del video analógico es la modulación de frecuencia (FM), ya que es la mayormente utilizada en estos casos para registrar la luminancia de la señal de video.

#### *3.4.4.3 Grabación de video.*

Para el caso de la grabación del video, se va a requerir de una tarjeta capturadora de video del tipo PCI de manera que pueda ser instalada dentro del servidor; además ésta debe contar por lo menos con 2 entradas de video para poder obtener las imágenes de ambas cámaras a utilizar.

También se pudo haber utilizado un grabador de video digital, pero no se opta por esta solución debido a que la salida de video debe ser conectada a un televisor, pero puesto que se contará con una PC, se trata de aprovechar los dispositivos con los que se cuenta.

El software a elegir para la visualización y la grabación de video debe ser capaz de poder mostrar las imágenes captadas de las 2 cámaras que se van a utilizar dentro del sistema en una sola pantalla para poder tener un mejor control de ambas entradas de la calle a utilizar como muestra en la presente tesis.

Finalmente, el software debe contar con alguna opción que permita la grabación por detección de movimiento, de manera que no se obtenga un video con demasiado tiempo muerto de grabación, para que no se ocupe innecesariamente la capacidad del disco duro de la PC.

#### **3.4.5 Características de la PC.**

Se requiere que la PC sea capaz de soportar un promedio de 40 números de identificación provenientes de las tarjetas de los usuarios que residen en el lugar, los cuales servirán para la verificación de los vehículos que desean ingresar a la zona, de manera que la PC será la encargada de enviar una señal al relé de la barrera vehicular permitiendo o no su accionamiento dependiendo si el número de identificación es validado.

Además, la PC debe tener la capacidad suficiente para poder almacenar el video que se grabe cada vez que se detecta un vehículo. Por lo tanto, las características de la PC estarán limitadas por las características que posean los lectores de proximidad de largo alcance, el software que se requiere para el manejo de datos y por las características del grabador de video y su software correspondiente para la administración de las imágenes.

## CAPÍTULO 4

### DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO VEHICULAR

#### **4.1. Introducción.**

En el presente capítulo se tiene como objetivo seleccionar los dispositivos a utilizar en el sistema de control de acceso vehicular, de manera que cumplan con las necesidades de los usuarios, y al mismo tiempo, que cumplan con los requerimientos tecnológicos para que exista una buena comunicación entre los dispositivos, y por ende, un buen funcionamiento del sistema en su totalidad.

Cabe resaltar que, se vio conveniente diseñar 2 tipos de funcionamiento del sistema de acuerdo al uso que se le da al mismo. De manera que, el funcionamiento del sistema no opere de la misma forma en caso se trate de un vehículo de un usuario que reside en el lugar, o en el caso que se encuentra con un vehículo de una persona que desea visitar a algún residente de la zona.

#### **4.2. Pruebas realizadas.**

Debido a cuestiones económicas, y puesto que se necesitaba conocer y validar el funcionamiento básico de la comunicación entre los equipos que intervienen en el sistema que se busca diseñar, se procedió a realizar diversas pruebas con un kit de CCTV y con un kit de RFID, los cuales brindaron algunos parámetros para la selección de los dispositivos a utilizar en el sistema, además de algunas recomendaciones de uso.

La realización de pruebas con estos kits no implica que los dispositivos a seleccionar sean iguales a los contenidos dentro de los kits, ya que posteriormente se realizará una comparación de equipos para determinar cual de ellos es el que más conviene en esta aplicación.

A continuación se presentarán las diferentes pruebas realizadas.

#### 4.2.1. Pruebas con el kit de CCTV.

Este kit de la empresa SEGO consta de:

1. Cámara a color de visión nocturna para exterior.
2. Antena.
3. Receptor de 2.4 GHZ.
4. 1 transformador de 8v.
5. 1 transformador de 12v.
6. 1 batería.
7. Cables RCA.
8. Manual.



**Imagen 4.1** Kit de CCTV de la empresa SEGO.

Se utilizó este kit de CCTV ya que su funcionamiento es similar al que se plantea utilizar en el nuevo sistema de control de acceso vehicular, ya que cuenta con la transmisión de imágenes vía inalámbrica y permite observar las imágenes en los televisores de los usuarios, que es uno de los requerimientos mencionados en el capítulo 3.

Como se mencionó anteriormente, debido a cuestiones económicas y puesto que se encontraba a nuestro alcance, se utilizó este kit de la empresa SEGO.

La cámara cuenta con un sensor de imagen CMOS, una antena de transmisión con un rango de alcance de hasta 100m. en campo abierto y la frecuencia, al igual que la del receptor es de 2.4 GHZ. Además, el rango de visión nocturna es de 15m. sin ningún tipo de iluminación.

Las pruebas fueron realizadas tanto de día como de noche en la calle tomada como muestra, de tal manera que se pudo observar la calidad de la imagen obtenida en situaciones donde el ambiente se encuentra iluminado y en situaciones adversas.

Es necesario mencionar que las imágenes en la calle fueron obtenidas con la cámara en movimiento todo el tiempo, ya que no se contaba con un algún tipo de soporte, lo cual no representa ningún inconveniente para el diseño del sistema ya que en el mercado existen accesorios para la instalación de las cámaras, de manera que éstas se encuentren fijas. A continuación se presentarán algunas de las fotos obtenidas con el kit de CCTV de SEGO que se tomó como prueba.



**Imagen 4.2** Foto obtenida durante el día con una distancia entre el transmisor y el receptor de 50 m.



**Imagen 4.3** Foto obtenida durante el día con una distancia entre el transmisor y el receptor de 15 m.



**Imagen 4.4** Foto obtenida durante la noche con una distancia entre el transmisor y el receptor de 15 m.

Cabe resaltar que la calidad de las fotos mostradas difiere un poco de las imágenes reales, ya que se debe tener en cuenta que las fotos son tomadas de un televisor y dependen también de la cámara fotográfica.

Además, con las diversas pruebas realizadas se pudo observar que no es conveniente colocar la cámara delante del automóvil, ya que las luces de los faros no permiten tener una buena imagen como se muestra a continuación.



**Imagen 4.5** Foto obtenida durante la noche con la cámara delante del automóvil.

Finalmente, se debe tener en cuenta que:

- La cámara es sensible al movimiento.
- Se obtiene una imagen defectuosa con un ambiente poco iluminado.
- Se producen ciertas líneas de interferencias al paso de los aviones.
- La cámara es sensible al flash y a luces ubicadas frente a ésta.

#### **4.2.2. Pruebas realizadas con el kit de RFID: The LF Micro Reader Evaluation Kit.**

Este Kit de la empresa Texas Instruments consta de:

1. Transpondedor de vidrio de 32mm.
2. Transpondedor de vidrio de 23mm.
3. Transpondedor de cuña de 12mm.
4. Transpondedor en forma de disco de 85mm.
5. Transpondedor en forma de disco de 30mm.
6. Transpondedor montado en metal.
7. Transpondedor en forma cilíndrica de 120mm.
8. Tarjeta RFID.
9. Llavero RFID.
10. Lector S2000 con antena.
11. Cable serial de datos.
12. Software.
13. Fuente de alimentación (Con diversos conectores).
14. Manual.





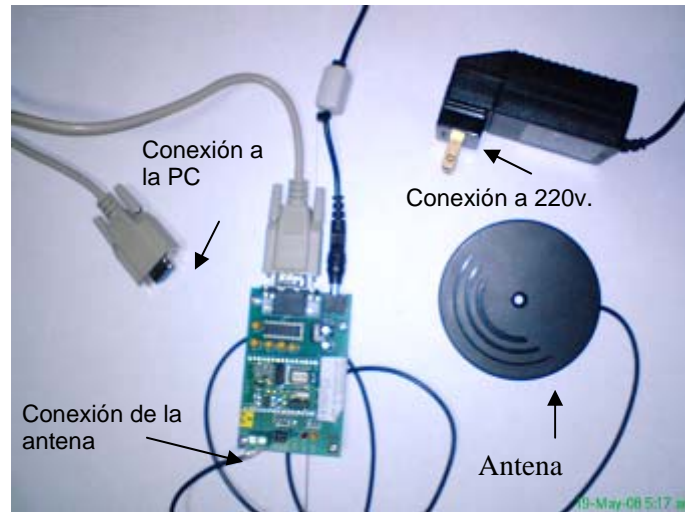
**Imagen 4.6** The LF Micro Reader Evaluation Kit.

Imagen tomada del Manual de The LF Micro Reader Evaluation Kit.

Como se mencionó anteriormente, por cuestiones económicas y debido a que se necesitaba conocer y validar como es la comunicación entre los componentes del sistema de RFID se realizaron las diversas pruebas con este kit, el cual no cumple con los requerimientos para el diseño del sistema ya que se trata de un kit de corto alcance, cuyo rango de lectura máximo es de 31.5cm. con el transpondedor en forma de disco de 85mm., pero a través de estas pruebas se brinda una visión general del funcionamiento de la lectura de las tarjetas RFID.

Las pruebas fueron realizadas con los diferentes tipos de transpondedores, pero se hará mayor énfasis en las pruebas realizadas con la tarjeta RFID, ya que este tipo de transpondedor será el utilizado en el sistema a diseñar. Las pruebas fueron realizadas dentro de una habitación ya que el lector requería conectarse mediante un cable serial de datos a una PC.

En la imagen 4.7 se muestran las conexiones del circuito lector.



**Imagen 4.7** Conexiones del circuito lector.

Para la realización de las pruebas con el circuito lector de proximidad, se colocaron los transpondedores en diferentes posiciones frente al lector para conocer el comportamiento de éste en diversas situaciones, continuación se mostrarán varias tablas con los resultados obtenidos en las diferentes pruebas.

4.2.2.1. *Pruebas realizadas con la tarjeta RFID.*

**Tabla 4.1** Datos obtenidos en las pruebas con la tarjeta RFID.

Frente a la antena

Ensayo Nº	1 cm	3cm	5cm	9 cm	10cm	15cm	20cm	22 cm	25 cm	Max alcance de lectura (cm)	Min alcance de lectura (cm)
1	NL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	21.1	2.8
2	NL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	21.1	2.8
3	NL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	20.8	2.8
4	NL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	21.1	2.8
5	NL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	21	2.5

**Perpendicular a la antena (a lo largo)**

Ensayo N°	1 cm	3cm	5cm	9 cm	10cm	15cm	20cm	22 cm	25 cm	max alcance de lectura	Min alcance de lectura
1	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	11	0
2	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	11.5	0
3	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	11.5	0
4	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	11	0
5	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	11	0

**Perpendicular a la antena (a lo ancho)**

Ensayo N°	1 cm	3cm	5cm	9 cm	10cm	15cm	20cm	22 cm	25 cm	max alcance de lectura	Min alcance de lectura
1	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	11	0
2	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	11	0
3	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	11	0
4	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	11.5	0
5	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	11	0

**LEYENDA NL : no lee datos**

**SL : si lee datos**

Como se observa en la tabla 4.1, se obtiene un mayor rango de alcance cuando se coloca la parte frontal de la tarjeta frente al lector, ya que la antena se encuentra polarizada circularmente e irradia a través de la cubierta frontal con un lóbulo que es perpendicularmente a la superficie.

Cuando la tarjeta es colocada perpendicularmente frente al lector, el rango de alcance disminuye en un 50%. Además, se puede observar que las variaciones producidas entre los diferentes ensayos son mínimas, lo cual nos proporciona un rango de lectura estable, disminuyendo la probabilidad de errores al momento de detectar una tarjeta RFID ubicada dentro de este rango.

El software utilizado fue el S2UTIL incorporado en el kit, el cual tiene la siguiente interfaz gráfica.

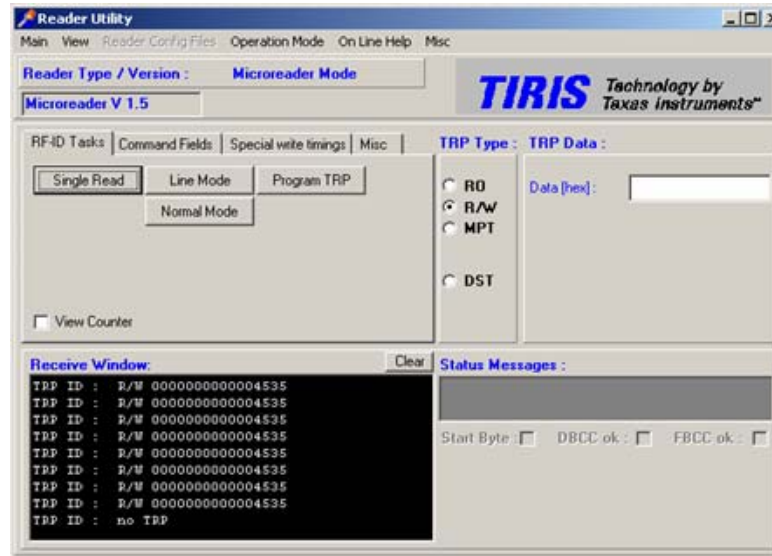


Imagen 4.8 Interfaz del software S2UTIL.

Este software cuenta con 2 tipos de lectura; la lectura única, que a pesar que se dejaba colocada la tarjeta por largo tiempo frente al lector se obtenía solo una vez el número de identificación, y la lectura en modo lineal, con la cual se obtenía el número de identificación repetidas veces mientras la tarjeta fuera detectada por el lector. Cuando la tarjeta RFID es detectada por el lector, en la pantalla se muestra un mensaje de lectura exitosa y en el cuadro ubicado al lado del cuadro del mensaje aparece el número de identificación detectado, que en este caso por defecto es R/W 0000000000004535.



Imagen 4.9 Detección de la tarjeta RFID con ID 0000000000004535.

#### 4.2.2.2. Pruebas realizadas con el transpondedor de vidrio de 32 mm.

Este transpondedor es del tipo SAMPT (Transpondedor multipáginas de direccionamiento selectivo) que tiene como función permitir al usuario leer o programar a un transponder dentro de un grupo de transpondedores.

Para poder leer este tipo de transpondedor se tuvo que configurar el software siguiendo los siguientes pasos:

- Seleccionar la casilla MPT. Como se puede observar en la imagen 4.10, cuando se selecciona la casilla MPT, aparecen una serie de comandos adicionales: Program TRP, Lock Page y la casilla All pages. En donde:
  - Lock Page:** Se utiliza para bloquear una página en especial para que no pueda ser programada.
  - Program TRP:** Sirve para programar el transponder SAMPT (Data y dirección).
  - Casilla All pages:** Sirve para seleccionar todas las páginas del SAMPT (de 01 a 11 en hexadecimal).

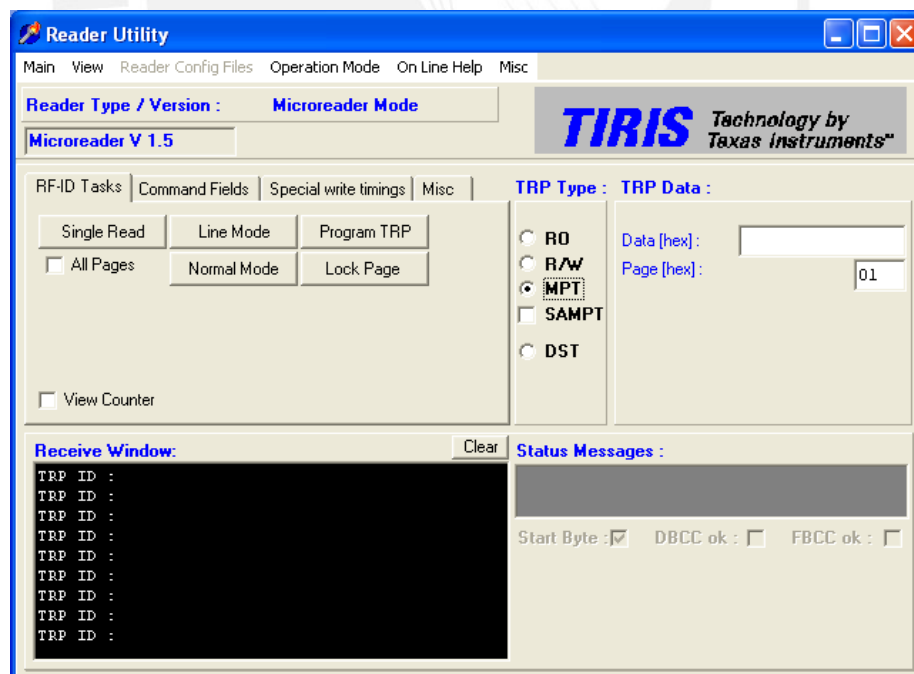


Imagen 4.10. Selección de la opción MPT.

- Seleccionar la casilla SAMPT. Se puede observar en la imagen 4.11 que desaparece la opción “All pages” y en su lugar aparece la opción “Get SAMPT Adr.” que sirve para obtener la dirección de la página seleccionada.

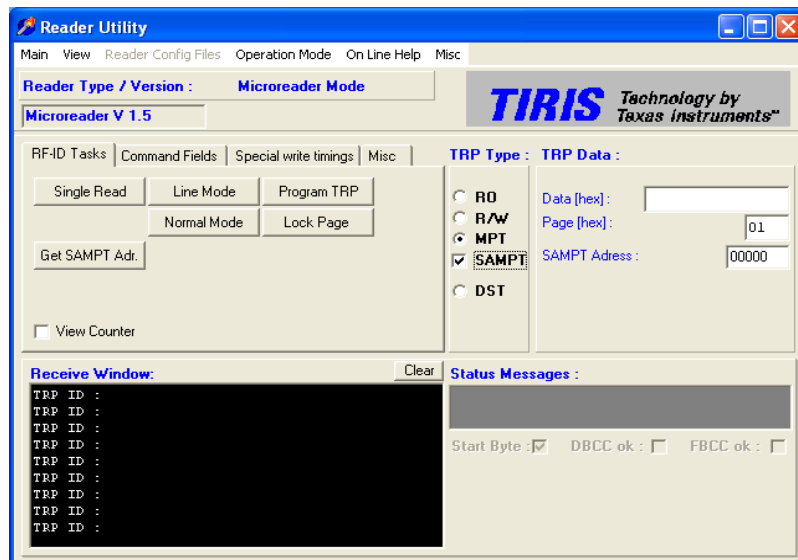


Imagen 4.11. Selección de la casilla SAMPT.

Por defecto, la dirección del SAMPT es “0000000000000000”, como se puede apreciar en la imagen 4.12. Para la obtención de esta dirección se puede hacer una lectura única o una lectura de modo lineal.

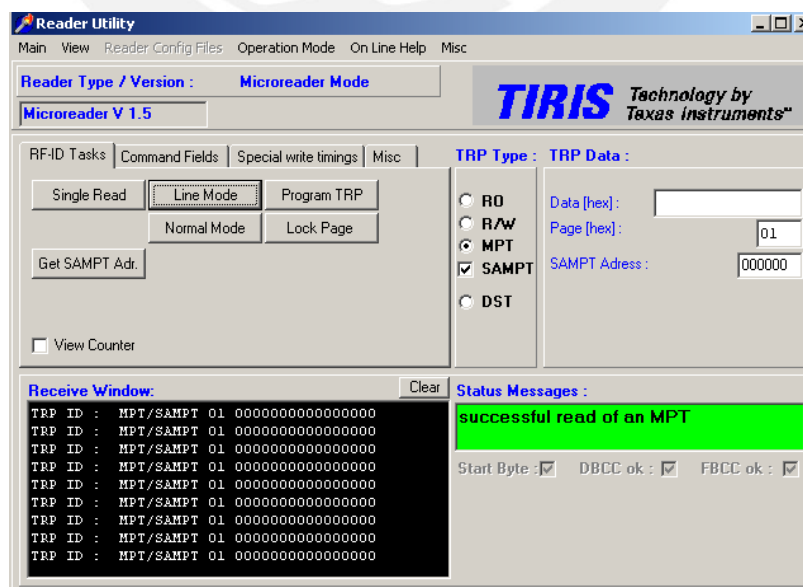


Imagen 4.12 Detección del transpondedor con ID 0000000000000000.

A continuación se muestran los rangos de distancia obtenidos en los diferentes ensayos realizados.

**Tabla 4.2.** Datos obtenidos con el transpondedor de vidrio de 32 mm.

frente a la antena

Ensayo N°	1 cm	5cm	7cm	8 cm	10cm	20cm	30cm	max alcance de lectura (cm)	Min alcance de lectura (cm)
1	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	7	0
2	SL	SL	NL	NL	NL	NL	NL	6.5	0
3	SL	SL	NL	NL	NL	NL	NL	6	0
4	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	7	0
5	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	7	0

perpendicular a la antena

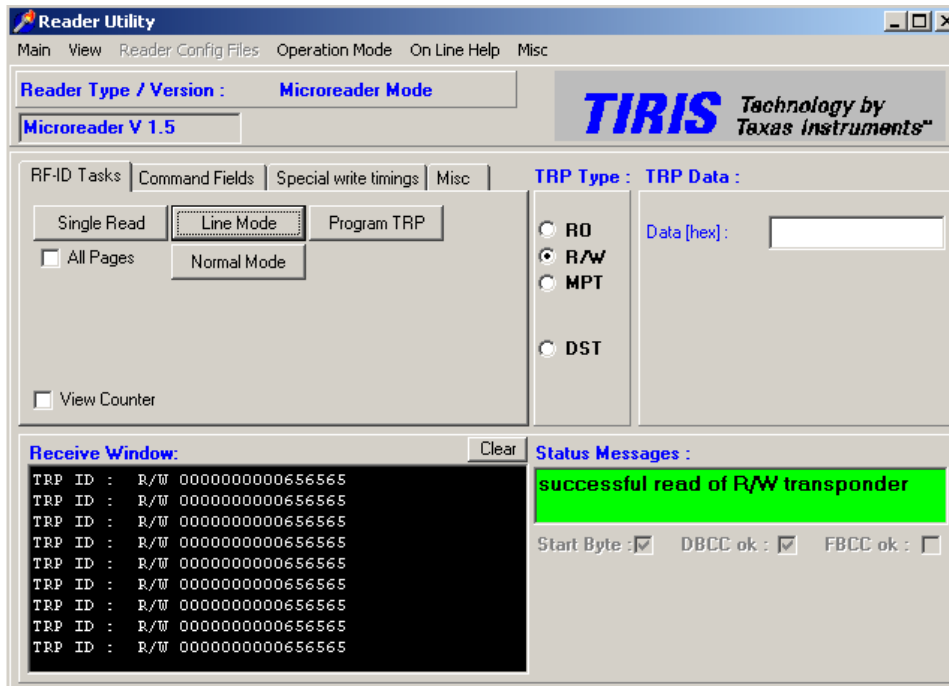
Ensayo N°	1 cm	5cm	7cm	8 cm	10cm	20cm	30cm	max alcance de lectura (cm)	Min alcance de lectura (cm)
1	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	12	0
2	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	12	0
3	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	12	0
4	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	12	0
5	SL	SL	SL	SL	SL	NL	NL	12	0

LEYENDA NL : no lee datos  
SL : si lee datos

#### 4.2.2.3. Pruebas realizadas con el transpondedor de vidrio de 23 mm.

Este transpondedor es del tipo R/W, es decir, puede ser re-programado por el usuario cuantas veces sea necesario. Su tipo de envase es de cápsula de vidrio de pequeño tamaño, tiene una alta solidez y es 100% impermeable bajo condiciones ambientales extremas.

Este transpondedor tiene como ID "000000000656565" como se puede observar en la imagen 4.13.



**Imagen 4.13** Detección del transpondedor con ID 000000000656565.

Seguidamente, se muestra la tabla con los datos obtenidos durante las pruebas.

**Tabla 4.3** Datos obtenidos con el transpondedor de vidrio de 23 mm.

frente a la antena

Ensayo N°	1 cm	5cm	7cm	8 cm	15cm	20cm	max alcance de lectura (cm)	Min alcance de lectura (cm)
1	SL	SL	NL	NL	NL	NL	6.5	0
2	SL	SL	SL	NL	NL	NL	7	0
3	SL	SL	SL	NL	NL	NL	7.5	0
4	SL	SL	SL	NL	NL	NL	7.5	0
5	SL	SL	SL	NL	NL	NL	7.5	0

perpendicular a la antena

Ensayo N°	1 cm	5cm	7cm	8 cm	15cm	20cm	max alcance de lectura (cm)	Min alcance de lectura (cm)
1	SL	SL	SL	SL	NL	NL	11	0
2	SL	SL	SL	SL	NL	NL	11	0
3	SL	SL	SL	SL	NL	NL	11	0
4	SL	SL	SL	SL	NL	NL	11	0
5	SL	SL	SL	SL	NL	NL	11	0

LEYENDA NL : no lee datos  
SL : si lee datos



4.2.2.4. Pruebas realizadas con el transpondedor de cuña de 12mm.

El transpondedor usado para estas pruebas es del tipo R/O, lo cual significa que es solo de lectura, ya que ha sido programado en fábrica con un número de 64 bits que no puede ser sobrescrito.

El número que se le ha programado en la fábrica es “000000008512FFE” como se puede observar continuación.

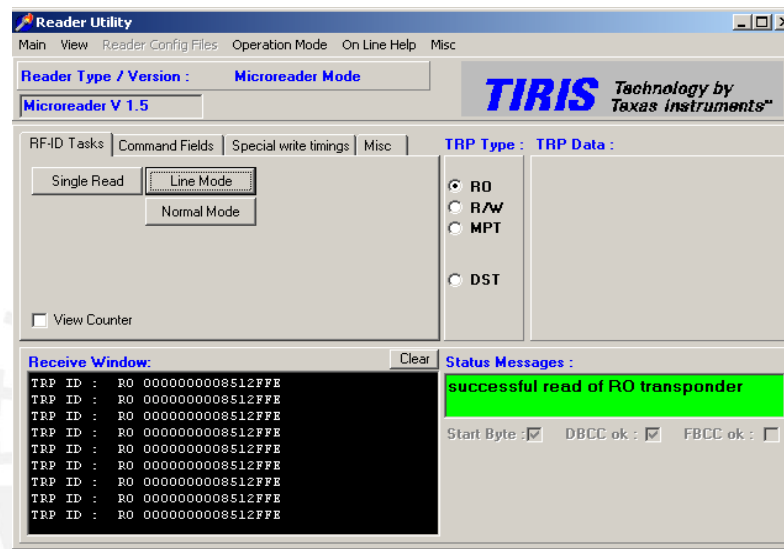


Imagen 4.14 Detección del transpondedor con ID 000000008512FFE.

Además se muestran los parámetros de lectura obtenidos en las pruebas.

Tabla 4.4 Datos obtenidos en las pruebas con el transpondedor de cuña de 12mm.

frente a la antena

Ensayo N°	1 cm	3cm	5cm	9 cm	10cm	15cm	20cm	max alcance de lectura (cm)	Min alcance de lectura (cm)
1	SL	SL	NL	NL	NL	NL	NL	45	0
2	SL	SL	NL	NL	NL	NL	NL	46	0
3	SL	SL	NL	NL	NL	NL	NL	45	0
4	SL	SL	NL	NL	NL	NL	NL	45	0
5	SL	SL	NL	NL	NL	NL	NL	48	0

perpendicular a la antena

Ensayo N°	1 cm	3cm	5cm	9 cm	10cm	15cm	20cm	max alcance de lectura (cm)	Min alcance de lectura (cm)
1	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	9	0
2	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	9	0
3	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	9	0
4	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	9	0
5	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	9	0

LEYENDA NL : no lee datos  
SL : si lee datos

#### 4.2.2.5. Pruebas realizadas con el transpondedor en forma de disco de 85mm

El transpondedor en forma de disco de 85mm. es del tipo R/W, es decir de lectura y escritura, el cual puede ser re-programado por el usuario cuantas veces sea necesario. A continuación se mostrarán los rangos de lectura obtenidos en las diferentes pruebas y la interfaz que se observa en la computadora una vez que el transpondedor es detectado.

**Tabla 4.5** Datos obtenidos con el transpondedor en forma de disco de 85mm.

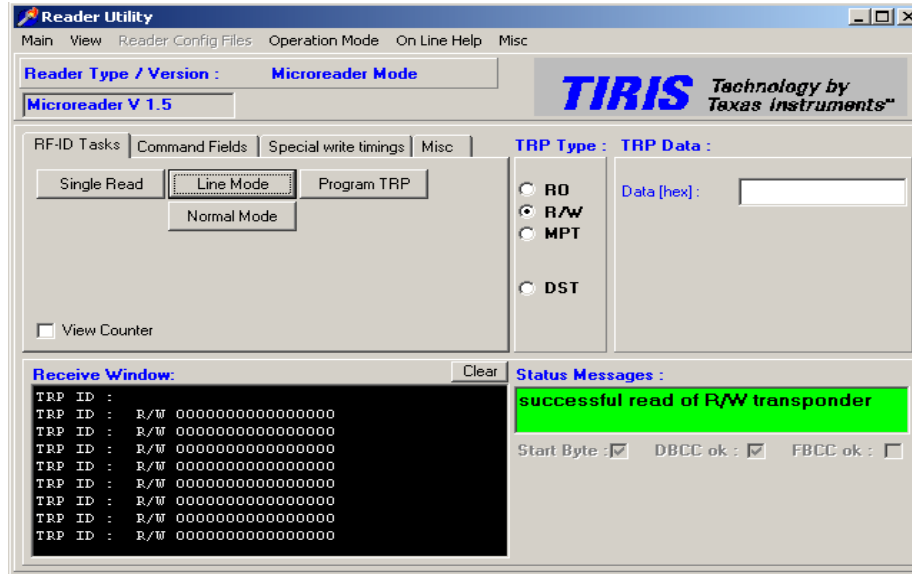
frente a la antena

Ensayo N°	1 cm	5cm	7cm	10cm	15cm	25 cm	30cm	50cm	max alcance de lectura (cm)	Min alcance de lectura (cm)
1	NL	NL	SL	SL	SL	SL	SL	NL	31.5	6
2	NL	NL	SL	SL	SL	SL	SL	NL	31.5	6
3	NL	NL	SL	SL	SL	SL	SL	NL	31.5	6
4	NL	NL	SL	SL	SL	SL	SL	NL	31.5	6
5	NL	NL	SL	SL	SL	SL	SL	NL	31.5	6

perpendicular a la antena

Ensayo N°	1 cm	5cm	7cm	10cm	15cm	25 cm	30cm	50cm	max alcance de lectura (cm)	Min alcance de lectura (cm)
1	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	13	0
2	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	12	0
3	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	13	0
4	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	13	0
5	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	13	0

LEYENDA NL : no lee datos  
SL : si lee datos



**Imagen 4.15** Detección del transpondedor en forma de disco de 85mm.

Debido a que todos los transpondedores que serán presentados a continuación son del tipo de solo lectura, como el transpondedor de cuña de 12mm. que se mencionó anteriormente, no se hará mayor referencia a ellos y solo se procederá a presentar los diferentes datos que se obtuvieron con éstos.

**4.2.2.6. Pruebas realizadas con el transpondedor en forma de disco de 30mm.**

En la siguiente tabla se puede observar que el disco de mayor diámetro tiene mayor alcance, esto debido a que el transpondedor cuenta con mayor área y permite que más ondas electromagnéticas incidan en él, generando mayor corriente en el integrado, y por lo tanto, genera un mayor rango de lectura.

**Tabla 4.6** Datos obtenidos con el transpondedor en forma de disco de 30mm.

frente a la antena

Ensayo N°	1 cm	2cm	10cm	15cm	20cm	25 cm	max alcance de lectura (cm)	Min alcance de lectura (cm)
1	SL	SL	SL	SL	NL	NL	17	1
2	NL	SL	SL	SL	NL	NL	17	1.1
3	SL	SL	SL	SL	NL	NL	17	1
4	SL	SL	SL	SL	NL	NL	17	1
5	SL	SL	SL	SL	NL	NL	17	1

perpendicular a la antena

Ersayo Nº	1 cm	2cm	10cm	15cm	20cm	25 cm	max alcance de lectura (cm)	Min alcance de lectura (cm)
1	SL	SL	SL	NL	NL	NL	11.5	0
2	SL	SL	SL	NL	NL	NL	11	0
3	SL	SL	SL	NL	NL	NL	11.5	0
4	SL	SL	SL	NL	NL	NL	11.5	0
5	SL	SL	SL	NL	NL	NL	11	0

LEYENDA NL : no lee datos  
SL : si lee datos

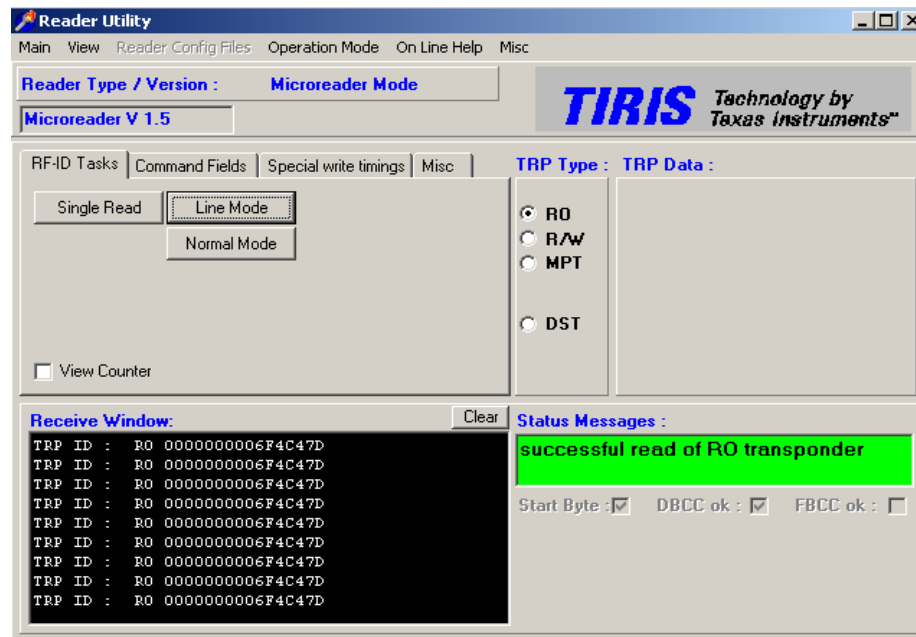


Imagen 4.16 Detección del transpondedor en forma de disco de 30mm.

#### 4.2.2.7. Pruebas realizadas con el transpondedor montado en metal.

Su envase es estilo tabique diseñado para montaje en superficies de metal resistente adecuado para ambientes al aire libre.

**Tabla 4.7** Datos obtenidos en las pruebas con el transpondedor montado en metal.

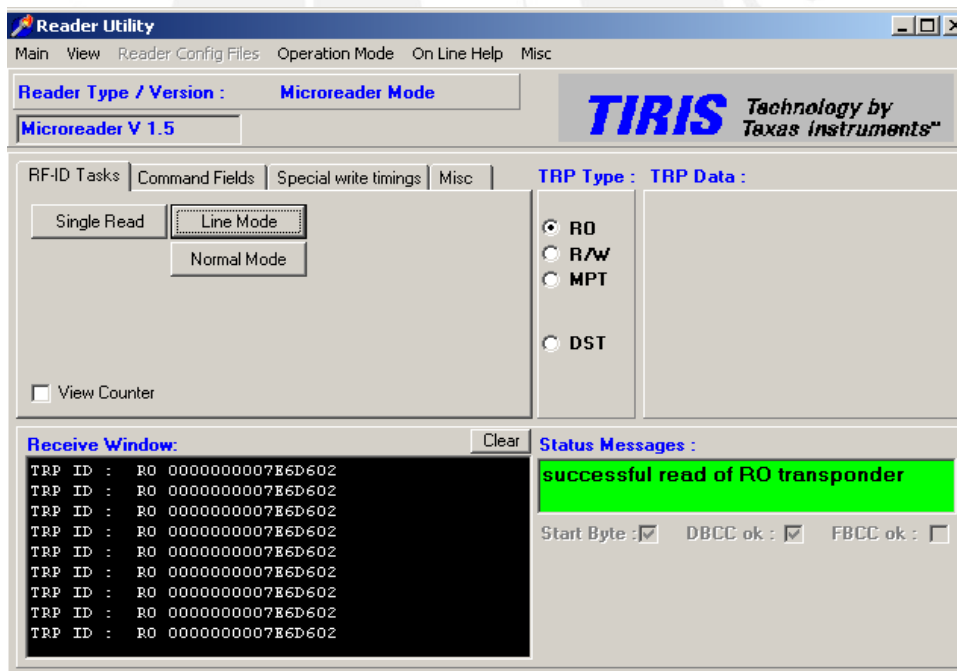
frente a la antena

Ensayo N°	1 cm	5cm	10cm	15cm	20cm	22 cm	25 cm	max alcance de lectura (cm)	Min alcance de lectura (cm)
1	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	10	0
2	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	10.5	0
3	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	10.5	0
4	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	10	0
5	SL	SL	SL	NL	NL	NL	NL	11	0

perpendicular a la antena

Ensayo N°	1 cm	5cm	10cm	15cm	20cm	22 cm	25 cm	max alcance de lectura (cm)	Min alcance de lectura (cm)
1	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	18	0
2	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	15.5	0
3	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	15.5	0
4	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	15.5	0
5	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	15.5	0

LEYENDA NL : no lee datos  
SL : si lee datos



**Imagen 4.17** Detección del transpondedor montado en metal.

4.2.2.8. Pruebas realizadas con el transpondedor en forma cilíndrica de 120mm.

Estos tipos de transpondedores son utilizados en camiones y contenedores.

**Tabla 4.8** Datos obtenidos en las pruebas con el transpondedor en forma cilíndrica de 120mm.

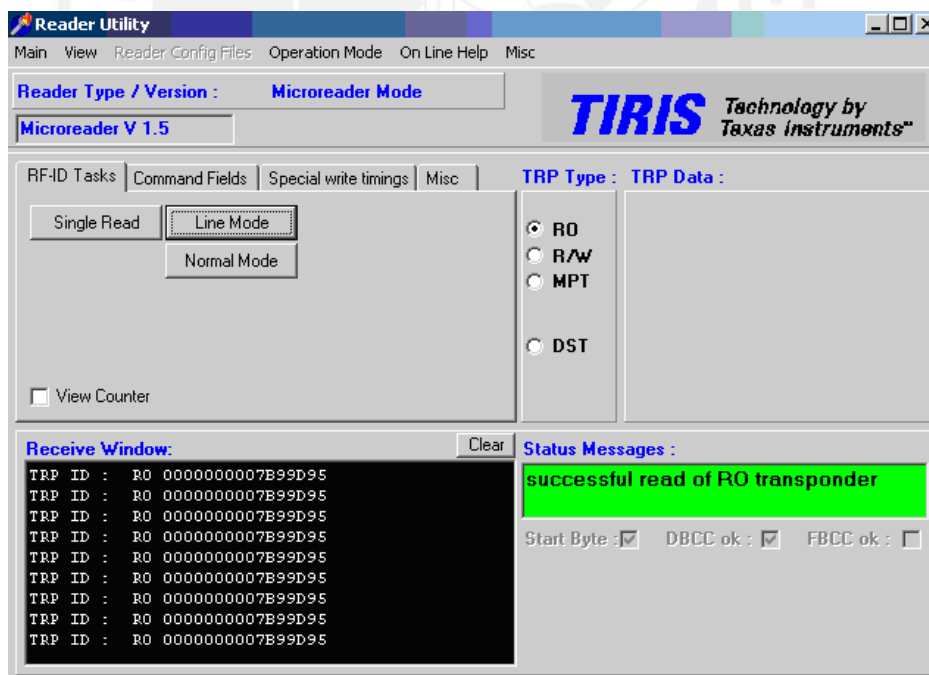
frente a la antena

Ensayo N°	1 cm	2cm	5cm	15cm	20cm	30cm	50cm	max alcance de lectura (cm)	Min alcance de lectura (cm)
1	NL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	19.2	1.3
2	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	18.5	1
3	NL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	19.2	1.1
4	SL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	18.5	1
5	NL	SL	SL	SL	NL	NL	NL	19	1.1

perpendicular a la antena

Ensayo N°	1 cm	2cm	5cm	15cm	20cm	30cm	50cm	max alcance de lectura (cm)	Min alcance de lectura (cm)
1	NL	SL	SL	SL	SL	SL	NL	30.5	1.1
2	SL	SL	SL	SL	SL	SL	NL	31	0.9
3	SL	SL	SL	SL	SL	SL	NL	30.5	0.9
4	SL	SL	SL	SL	SL	SL	NL	31	1
5	SL	SL	SL	SL	SL	SL	NL	31	1

LEYENDA NL : no lee datos  
SL : si lee datos



**Imagen 4.18** Detección del transpondedor en forma cilíndrica de 120mm.

4.2.2.9. Pruebas realizadas con el llavero RFID.

Este transpondedor tipo llavero es de dimensiones reducidas y es ideal para la monitorización de la posición de personas en una instalación o para el control de acceso de vehículos en estacionamientos.

**Tabla 4.9** Datos obtenidos en las pruebas con el llavero RFID.

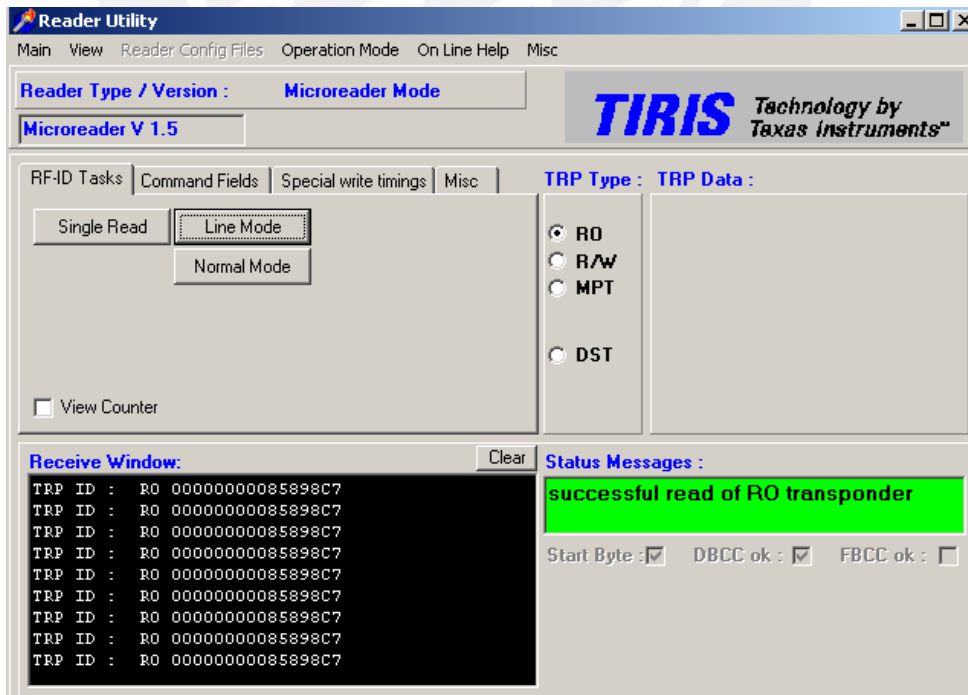
frente a la antena

Ensayo N°	1 cm	2cm	5cm	10cm	15cm	20cm	max alcance de lectura (cm)	Min alcance de lectura (cm)
1	SL	SL	SL	NL	NL	NL	8	0
2	SL	SL	SL	NL	NL	NL	7.7	0
3	SL	SL	SL	NL	NL	NL	8	0
4	SL	SL	SL	NL	NL	NL	8	0
5	SL	SL	SL	NL	NL	NL	8	0

perpendicular a la antena

Ensayo N°	1 cm	2cm	5cm	10cm	15cm	20cm	max alcance de lectura (cm)	Min alcance de lectura (cm)
1	SL	SL	SL	SL	NL	NL	11	0
2	SL	SL	SL	SL	NL	NL	11	0
3	SL	SL	SL	SL	NL	NL	11	0
4	SL	SL	SL	SL	NL	NL	11	0
5	SL	SL	SL	SL	NL	NL	11	0

LEYENDA NL : no lee datos  
SL : si lee datos



**Imagen 4.19** Detección del llavero RFID.

Finalmente, se debe tener en cuenta que:

- La lectura de los diferentes transpondedores se da cuando éstos se introducen dentro de un campo magnético emitido por el módulo RFID, la energía captada por el transpondedor permite que el circuito integrado funcione, por lo que los datos contenidos en su memoria son transmitidos.
- Existen variaciones mínimas de distancia, al momento de detectar los diferentes tipos de transpondedores, con lo cual se puede establecer un rango seguro de alcance para evitar errores de lectura.

#### **4.3. Factores influyentes en la selección del sistema.**

Para la selección de los dispositivos a utilizar dentro del sistema se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Requerimientos de los usuarios: Como se mencionó anteriormente, se busca que los dispositivos a utilizar dentro del sistema satisfagan las necesidades de los usuarios, ya que finalmente éstos serán los que utilicen el sistema. Estos requerimientos, como se mencionó en el capítulo 3, se obtuvieron a través de encuestas realizadas a diferentes personas, ya sean las que habitan en el lugar tomado como muestra para la presente tesis o las que habitan en diferentes zonas residenciales que cuentan con el mismo sistema de control de acceso vehicular que la zona tomada como muestra.
- Factor de integración: Además de buscar que los dispositivos cumplan con los requerimientos de los usuarios, se buscó que éstos fueran capaces de trabajar conjuntamente con los demás dispositivos pertenecientes al sistema para poder obtener una buena comunicación entre ellos. Además, se procuró no utilizar dispositivos que funcionen únicamente con los fabricados por la misma empresa, de manera que para la selección de los demás dispositivos no se cuente con una sola opción.



- Factor económico: Debido a que en algunos casos varios dispositivos de diferentes empresas cumplían tanto con los requerimientos de los usuarios, como con el factor de interoperabilidad, la selección de los dispositivos se realizó teniendo en cuenta el precio de los equipos, buscando así reducir el costo total del sistema para tratar que se encuentre al alcance de los usuarios.

#### 4.4. Sistema de control de acceso vehicular seleccionado.

A continuación se procederá a indicar los modelos de los dispositivos a utilizar y que forman parte del sistema de control de acceso vehicular diseñado, cuya estructura fue mostrada en el capítulo 2. Posteriormente, se presentará detalladamente las características de estos dispositivos seleccionados que forman parte del sistema de control de acceso vehicular a diseñar y la comparación que se realizó con equipos de diferentes marcas y modelos antes de la elección de los equipos.

**Tabla 4.10** Sistema de control de acceso vehicular seleccionado.

Descripción	Modelo
Tarjetas RFID	MarkTag S1255
Lectoras de proximidad de largo alcance	LR-6
Software de integración con la barrera vehicular	Watchman Software
Barreras Vehiculares	BA5000
Cámaras	PK-D344WRS
Transmisores	Set TLSWM1
Receptores	ZT 707
Tarjeta Capturadora de video	PICO 2000
Software de integración con CCTV	PICO 2000
PC del sistema	Compatible.

#### **4.4.1. Tarjetas RFID: TagMaster MarkTag S1255.**

Estas tarjetas están fabricadas de polímero, resistentes ante vibración, libre de corrosión, resistentes a los rayos ultravioletas y a los químicos. Con un grado IP67 de protección para exteriores, el cual indica que la tarjeta está protegida contra efectos de inmersión y no permite ninguna entrada de polvo. La parte frontal de la tarjeta puede ser impresa de acuerdo a los requerimientos de los usuarios, y en la parte posterior se imprime un código y un número de serie colocado por el fabricante.

Sus dimensiones son de 8,6 cm. de largo, 5,4 cm. de ancho y 3mm de espesor, equivalentes al tamaño de una tarjeta de crédito, además pesa 15 gramos; las cuales son características que nos brindan facilidad para colocar las tarjetas en el parabrisas del automóvil de manera que no ocupan mucho espacio ni son de gran peso.

Son del tipo semi-pasivo y operan a una frecuencia de 2.45 GHZ, además es posible leer varias de éstas tarjetas, que se encuentran dentro del área de lectura emitida por el lector, ya que cuentan con un sistema de anticolidión.

Cada tarjeta es programada permanentemente por la empresa TagMaster con un código de 8 dígitos, el cual es único y consta de una suma de verificación de 32 bits, lo cual permite eliminar errores de sustitución.

Posee una pila de litio que funciona a altas temperaturas, la cual le permite tener un largo rango de lectura. Además el tiempo de vida de la pila no depende del número de veces que la tarjeta es detectada, y generalmente es de 6 años. Cuando la batería está apunto de terminarse se activa un bit de estado, el cual envía una advertencia hacia el lector. El código de 8 dígitos y el bit de estado de la pila conforman el número de identificación de la tarjeta.

El tiempo promedio de transmisión del número de identificación, de la tarjeta al lector es de 80 ms. lo que significa que la tarjeta refleja hacia el lector su número de identificación 12 veces por segundo.

El tiempo de lectura de las tarjetas, en caso se encuentre más de una dentro del área de lectura emitida por el lector, se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 4.11** Tiempo de lectura de las tarjetas.

Cantidad de tarjetas	Tiempo promedio
2	150 ms.
3	250 ms.
4	300 ms.
5	400 ms.
6	500 ms.
7	650 ms.
8	800 ms.

Se eligió este modelo de tarjetas debido a que pueden usarse con diferentes tipos de lectoras de diferentes fabricantes, a diferencia de las tarjetas Amtech AT5105 que solo pueden ser usadas con lectoras fabricadas por la empresa Transcore.

Además pueden ser adquiridas en Perú por medio de la empresa Intellisoft Parking que brinda diferentes servicios de control vehicular y no se necesita de una licencia de instalación.

Fue elegida dentro de las diferentes tarjetas RFID fabricadas por la empresa TagMaster, debido a que es una opción estándar en los usos de control de estacionamiento y de acceso sin manos del vehículo; a diferencia, por ejemplo, de la tarjeta ScripTag EX S1651 que ha sido creada para ambientes con riesgo de explosión, lo cual no es necesario para el diseño de este sistema.

El modelo de la tarjeta seleccionada se muestra en la siguiente figura.

**Imagen 4.20** Tarjeta RFID TagMaster MarkTag S1255

Figura tomada de S1255 MarkTag DataSheet [19].

#### **4.4.2. Lectoras de proximidad de largo alcance: TagMaster LR-6.**

Lectoras fabricadas de acero inoxidable para uso a la intemperie, resistentes a vibración y golpes; cumplen las normas de la IEC (Comisión electrotécnica internacional) [20] y cuentan con un grado IP65 de protección en exteriores, que indica que está protegido contra chorros de agua y es totalmente estanco al polvo. Soportan temperaturas desde -20°C hasta 60°C. Sus dimensiones son de 29cm. de largo, 16.5cm. de ancho y 5.5cm. de espesor.

Opera a una frecuencia de 2.45 GHZ, al igual que las tarjetas RFID, con lo cual se cumple que ambos dispositivos sean compatibles y se obtenga una buena comunicación entre ambos. Además de no necesitar una licencia de uso dentro del Perú.

Tiene un rango de lectura de 6m. lo cual evita que el usuario tenga que bajar del vehículo al momento de acceder a la zona residencial. Este rango cumple con el requerimiento de tener una distancia mínima de lectura de 3m.

También cuenta con un modo de salto en frecuencia que permite que el lector tenga un funcionamiento estable dentro de áreas con varios lectores y dentro de áreas de intensiva radiofrecuencia.

El lector puede ser configurado y controlado por medio de una interfaz ethernet o vía una conexión de Internet local o remota. Además soporta diferentes interfaces como ethernet, RS232, RS485 y wiegand.

Posee 2 modos de operación:

- Fijo: en donde los números de identificación son grabados en la base de datos incorporada que posee el lector, de manera que no se necesita la conexión a una PC.
- Conectado a una red: en este caso, la base de datos se encuentra en la PC, de manera que para que exista una validación del número de identificación es necesario que el lector se encuentre conectada a una PC remota.

Se seleccionó este tipo de lector, ya que éste puede ser utilizado con cualquier tipo de tarjetas RFID, a diferencia del lector TRANSIT PS270 que cuenta con una norma de encriptación propietaria de NEDAP, empresa española encargada de fabricar y distribuir sistemas de control de acceso y de identificación vía radiofrecuencia, lo cual solo le permite trabajar con tarjetas fabricadas por la misma empresa [21].

Se prefirió utilizar este lector junto con las tarjetas RFID de la empresa TagMaster ya que con esa combinación se precisa que el lector tiene un rango de alcance de 6m., ya que si se usan tarjetas de otras empresas, esto puede hacer que el lector disminuya su capacidad de alcance.

Por otro lado, se encontró que la lectora AY-Z12 ofrecida por la empresa peruana BestSecurity también puede utilizarse con todo tipo de tarjetas RFID, pero no se seleccionó esta lectora ya que funciona con una frecuencia de 125 KHZ. lo cual no la hace compatible con las tarjetas antes seleccionadas, además que solo tiene un rango de lectura de 60cm. [22].



**Imagen 4.21** Lectora de largo alcance TagMaster LR-6.

Figura tomada de LR-6 Reader Product Sheet [23].

#### **4.4.3. Barreras vehiculares: BA5000.**

Para el caso de la selección de la barrera vehicular se buscaba que ésta tenga un tiempo de apertura menor al del sistema actual, el cual fue hallado luego de sacar un promedio de los tiempos de las diversas muestras que se realizaron, cuyo resultado final fue de 7 segundos, por tanto se buscaba que el tiempo de apertura de la barrera a seleccionar fuera menor a éste.

La barrera vehicular BA5000 tiene un tiempo de apertura de 2,5 a 4 segundos, cuenta con un asta de aluminio de 5m. con bandas reflectivas para su visualización durante la noche. El material del gabinete es de hierro y está fabricado para uso a la intemperie, recubierto con anticorrosivo. El motor que acciona la barrera es de 1/3 HP.

Cuenta con un sistema de finales de carrera para su apertura y cierre, eliminando las fallas de los interruptores convencionales. Además posee una tarjeta electrónica compatible con todos los sistemas de control de acceso, cumpliendo así con el requerimiento de poder actuar conjuntamente con el sistema de radiofrecuencia utilizado en el sistema diseñado.

En caso se suspenda el suministro de energía, cuenta con una palanca para su accionamiento manual, debido a ésta característica fue que no se eligió la barrera SCS 6000, la cual tiene un menor tiempo de apertura pero no cuenta con un funcionamiento manual en caso de corte de energía eléctrica. Adicionalmente, esta barrera puede tener un accionamiento a control remoto.

También cuenta con un mecanismo de desarticulación del brazo en caso de impacto y se le puede adaptar un sistema de fotoceldas para detectar que el vehículo ha pasado totalmente por debajo de la barrera vehicular de manera que recién proceda a cerrarse.

Se buscó que la barrera estuviera alimentada a 220v. que es la conexión eléctrica mayormente utilizada en el país, por este motivo se descartó la opción de la barrera modelo G-90 serie CD utilizada en los servicios que ofrece la empresa Intellisoft del Perú ya que ésta requiere de una alimentación de 115v., además que cuenta con otras funciones que no son necesarias para esta aplicación, como el conteo de vehículos, la detección de cola o los informes de eventos [24].



**Imagen 4.22** Barrera Vehicular BA5000

Imagen tomada de <http://www.ingesys.com>

#### **4.4.4. Software de control de accesos: Watchman Software.**

Las lectoras de serie LR de la empresa TagMaster requieren de un software para su configuración y su integración con las barreras vehiculares.

La empresa TagMaster ofrece 3 tipos de software compatibles con las lectoras de la serie LR, pero 2 de ellos, el software Wiseman y el PassMan son descartados debido a que solo sirven para configurar un lector, lo cual no nos sirve para esta aplicación en la cual se contará que 2 lectoras [25].

El software Watchman es el indicado para este tipo de aplicación ya que permite controlar entre 1 y 99 lectoras desde una computadora remota asignándoles a cada una un número de dirección ConfiTalk diferente. ConfiTalk es un protocolo estándar y abierto de la empresa TagMaster usado para la comunicación serial, en caso se necesite transmitir tareas específicas o datos desde la computadora al lector. Para transmitir datos a larga distancia en lugares con ruido también se puede usar el protocolo estándar de comunicación serial RS485.

Por medio de este software se pueden enviar comandos que simulen la validación de un número de identificación, generando una salida que permita la apertura de la barrera vehicular.

Los datos de identificación obtenidos de las tarjetas RFID por el software tienen el siguiente formato.

**Tabla 4.12** Formato de datos obtenidos de la tarjeta RFID.

Posición del carácter	Descripción
1-8	Número de identificación de la tarjeta
9	Espacio
10-24	Fecha y hora
25	Espacio
26	Contiene el resultado de la base de datos. "F" significa encontrado y "N", no encontrado. Un espacio significa que no se encontró la base de datos
28 hasta el final del mensaje	Datos variables grabados y escritos en una tarjeta con un tamaño de 2, 20 o 72 caracteres

#### 4.4.5. Cámaras: *PK-D344WRS*.

Después de las pruebas realizadas con el kit de SEGO se vio conveniente utilizar una cámara que tenga una antena más potente para transmitir las imágenes, ya que con la antena de alcance de 100m. contenida en el kit no era suficiente para una buena transmisión de las imágenes en la calle tomada como muestra.

Es por ello que, tomando como base que se obtuvieron imágenes lo suficientemente nítidas a 15m. usando dicha cámara que según sus especificaciones técnicas tenía un alcance de 100m. a campo abierto, es que se deduce que para obtener una buena transmisión de imágenes se requiere de una cámara con una antena de transmisión vía radiofrecuencia con 700m. de alcance como mínimo.

Debido a que no se encontró en el mercado cámaras que cumplan con todos los requerimientos, como fue el caso de la cámara LAS2989 de la empresa SeguridadPlus, de la cual no se especifica la potencia de transmisión de la antena y aparte no cuenta con la funcionalidad tanto de día como de noche, es que se procedió a elegir una cámara simple, la cual estaría conectada a un transmisor que cumpla con la potencia de transmisión antes mencionada.



La cámara PK-D344WRS de la empresa Cal Centron ha sido fabricada para uso en exteriores, cuenta con un sensor de imagen de 1/3" de la marca Sony, siendo el de mejor calidad en comparación con otros de diferentes marcas, e incluye las herramientas necesarias para su montaje.

Soporta el estándar NTSC de 510 x 492 píxeles efectivos con una resolución de 420 líneas de televisión, lo cual significa las imágenes mostradas en el televisor son de una resolución estándar.

Además, funciona tanto de día como de noche, ya que posee 70 leds infrarrojos con un alcance máximo de 50m, lo cual permitirá obtener imágenes nítidas cuando no exista tanta iluminación en el lugar [26].

En el mercado también se encuentran cámaras con muchas más funciones, con lentes varifocales y con mejor resolución que la elegida, como es el caso de la cámara SC-B2391 de la marca Samsung, pero se optó por la elegida mencionada anteriormente debido a que cuenta con las características suficientes para esta aplicación, además el factor económico también intervino al momento de tomar una decisión.



**Imagen 4.23** Cámara PK- D344WRS

Figura tomada de <http://www.calcentron.com>

#### **4.4.6. Transmisores: Set TLSWM1.**

Lo primordial que se buscaba al momento de elegir el tipo de transmisor era que cumpla con los requisitos de la potencia de transmisión, ya que gracias a ésta sería posible la transmisión de las imágenes a lo largo de toda la calle.

Este set de la empresa Todoespía contiene un transmisor que tiene una potencia de transmisión de 1 km., lo cual sería suficiente para la transmisión de las imágenes, ya que se había estimado que como mínimo se requiera de un alcance de 700m.

Además, posee una frecuencia de transmisión de 2.4 GHZ., con la cual no es necesario tener una licencia para su funcionamiento. Transmite señal de video de forma inalámbrica, con alta fidelidad y bajo ruido. Esta transmisión inalámbrica de audio y video permite flexibilizar y aumentar las aplicaciones de los sistemas multimedia.

Utiliza modulación FM, lo cual permite una alta calidad de la señal con el fin de mejorar y garantizar la recepción nítida de las imágenes y el sonido. Dispone de 4 canales conmutables, que permite enviar imágenes de hasta 4 cámaras diferentes.

El set incluye un receptor, 2 adaptadores AC/DC de 9.5v./500 mA. Para el transmisor y el receptor y un manual de uso. Cabe resaltar que no existe una codificación o encriptación de las imágenes, lo cual nos permite trabajar con receptores de otros fabricantes [27].

Es por ello que se descartaron la mayoría de transmisores con alcance 1 km., ya que todos éstos, como el 2.4G wireless media AV transmitter y el transmisor de la empresa SCRAMBLE, contaban con una codificación propietaria o con encriptación de las imágenes lo cual solo nos hubiera limitado a utilizar transmisores y receptores de la misma empresa, lo cual no conviene económicamente.



**Imagen 4.24** Transmisor y receptor de audio y video.

Figura tomada de <http://www.todoespia.com>

#### **4.4.7. Receptores: Sege ZT 707.**

El receptor de la empresa Sege fue elegido debido a factores económicos, ya que fueron los más económicos encontrados en el mercado, puesto que éstos solo requieren que se cumpla con la misma frecuencia que los transmisores para obtener una adecuada comunicación.

También posee 4 canales conmutables en caso se opere con 4 cámaras, los cuales pueden ser visualizados por medio de diodos emisores de luz que indican en que canal se encuentra operando el receptor.

Utiliza el mismo tipo de modulación que los transmisores y no cuenta con ningún tipo de codificación o encriptación para las imágenes.



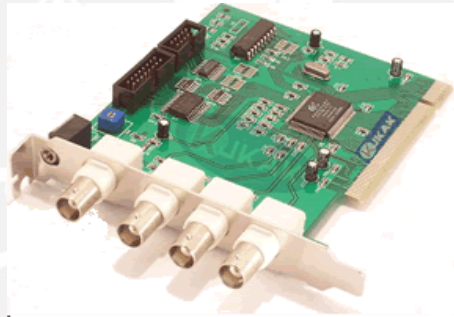
**Imgen 4.25** Receptor de audio y video.

Figura tomada de <http://www.cctv-king.com>

#### 4.4.8. Tarjeta capturadora de video: PICO 2000.

En este caso, la elección también se basó en el factor económico, ya que muchas tarjetas de diferentes empresas cumplían con los requerimientos como es el caso de la tarjeta ST-203C de la empresa SEGO y la tarjeta capturadora de video de la empresa Smart Control. Además, para la elección también se tuvo en cuenta que el software que incluye la compra de la tarjeta capturadora de video también cumpla con los requerimientos mencionados en el capítulo 3.

La placa capturadora de video PICO 2000 es del tipo PCI, para una fácil instalación dentro de la computadora. La grabación es a color y la calidad de las imágenes depende de las cámaras utilizadas. Utiliza el formato MPEG-4 para la compresión de las imágenes.



**Imagen 4.26** Tarjeta capturadora de video PICO 2000

Figura tomada de <http://www.ideacompras.com>

Su velocidad de actualización es de 30 cuadros por segundo, y posee 4 entradas de video con conectores tipo BNC (coaxial), pero además incluye adaptadores para conectores del tipo RCA para tener mayor facilidad de conexión con los receptores, cuyo conector de salida de video es del tipo RCA.



**Imagen 4.27** Adaptador de BNC a RCA.

Figura tomada de <http://www.arevteleco.com>

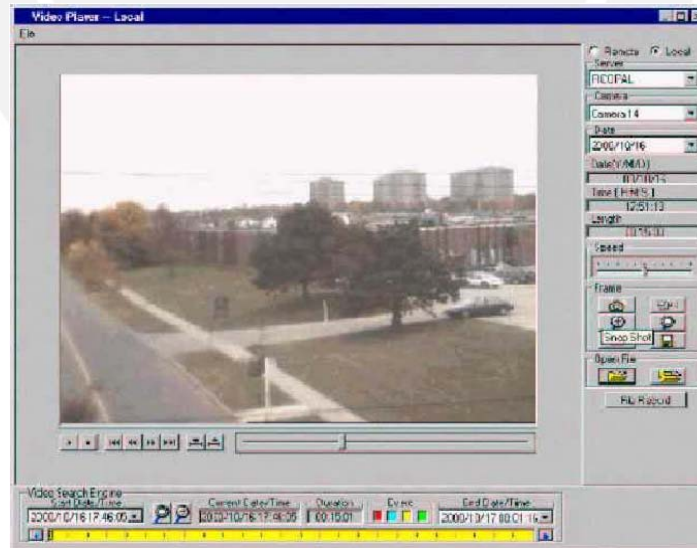
#### 4.4.9. Software de integración con CCTV: Software PICO 2000.

Este software permite la visualización y grabación de múltiples cámaras, con lo cual se cumple el requerimiento de ser capaz de mostrar las imágenes captadas por las 2 cámaras a utilizar en este diseño.

Soporta el estándar NTSC con una resolución a pantalla completa de 640 x 480 píxeles. Además su interfaz gráfica es fácil de usar.

A continuación se detallaran las funciones que posee el software:

- Visualización en tiempo real.
- Programación del temporizador para grabación.
- Grabación circular, permitiendo grabar sobre los videos más antiguos.
- Permite la grabación en un disco removible.
- Grabación instantánea (manualmente).
- Reproducción y grabación simultánea.
- Captura de fotografías para grabar e imprimir.
- Activación de alarma a través de la detección de movimiento.



**Imagen 4.28** Interfaz gráfica del software PICO 2000  
Imagen tomada del manual de operación PICO 2000 [28].

#### 4.4.10. PC del sistema.

Como se mencionó en el capítulo 3, las características de la PC estaban limitadas por las características que requieran los demás dispositivos que intervienen dentro del sistema. Los requerimientos mínimos establecidos por el software de CCTV y el software de la lectora son:

**Tabla 4.13** Requisitos mínimos de la PC del sistema.

Procesador	Intel Pentium III o superior
Disco duro	20 GB de espacio libre
Sistema operativo	Windows 98/2000/XP
Memoria RAM	128 MB
Puertos	2 puertos seriales, 1 puerto paralelo y puertos USB.

En vista que es necesario cumplir con estos requerimientos, se procedió a pedir una proforma a la empresa MAYCE S.A.C., que tiene como proveedor a la empresa DELTRON S.A. En dicha proforma se especifican las siguientes características:

**Tabla 4.14** Características de la PC seleccionada.

Procesador	Intel Pentium Dual-Core E2160 1.8GHz
Cooler	Ventilador original para Procesador Intel
Placa madre	Socket LGA775 GIGABYTE Intel 945GC DDR2 SN/VD/NW
Memoria	KINGSTON 512MB DDR2 533MHz PC2-4200 Expandible a 2 Gb.
Disco duro	Samsung 80GB 7200RPM
Case	ATX. Fuente de poder de 500 Watts. Con conector SATA – USB frontales
Monitor	AOC CT520G CRT 15"/1024x768/0.28mm(D)/Autovoltaje/
CD ROM	LG 52X IDE interno OEM color negro
Floppy	Floppy Drive Sony interno 1.44MB
Sonido	Full duplex. Sound Pro. On board
Red	Conector de red 10/100. On board. Fast Ethernet
Teclado y mouse	Genius

Cabe resaltar que el procesador de doble núcleo ofrece mejores prestaciones que un procesador de un solo núcleo. Además cuenta con un grabador de CD para poder extraer información del sistema.

Se debe tener en cuenta que la grabación de un día entero de video ocupa 1GB. En la calle tomada como muestra existe un promedio de 80 visitas al mes, pero como la grabación del video solo se va a producir cuando exista la presencia de un vehículo visitante, se estima un periodo de grabación de 5 minutos por vehículo, con lo cual se tendrían 400 minutos de video al mes, y por lo tanto, solo se ocuparía 0.28 GB. del disco, lo cual no representa ningún problema para la capacidad de almacenamiento del computador.

#### **4.5. Ubicación de los equipos.**

A continuación se mencionará brevemente el lugar de ubicación de los diferentes dispositivos que intervienen en el sistema.

Las tarjetas RFID, como se mencionó anteriormente, estarán ubicadas en los parabrisas de los vehículos de tal forma que tengan una buena línea de vista con las lectoras, las cuales estarán ubicadas sobre un soporte en las entradas de la zona residencial, cerca de las barreras vehiculares.

Las cámaras serían colocadas sobre los muros de las casas que se encuentran en las esquinas de la calle, enfocando el lado del conductor del vehículo y los transmisores de las imágenes captadas por estas cámaras se encontrarían cerca de éstas, de manera que no se pierde la calidad de las imágenes como sucedería en el caso que se realizara un cableado de larga distancia.

Finalmente, los receptores estarán ubicados en cada casa de la calle seleccionada, además, 2 receptores adicionales se encontrarán ubicados en la caseta de vigilancia para captar las imágenes y poder grabarlas en la PC, el cual también se encontrará en la caseta antes mencionada.

Con los anexos N°4 y N°5 se puede tener una idea más clara sobre la ubicación de los equipos.

#### 4.6. Esquema final del sistema de control de acceso vehicular.

Es necesario mencionar que en la calle tomada como muestra para la presente tesis no existe un gran fluido vehicular, por lo que la instalación de las barreras vehiculares no significaría una molestia para las personas que viven en los alrededores. En caso se desee instalar el sistema en una calle concurrida a determinadas horas, se puede optar por el control de las barreras vehiculares desde la caseta de vigilancia, solo por el periodo de tiempo en donde exista un gran fluido de vehículos.

En la figura 4.29 se muestra el esquema del sistema de control de acceso vehicular diseñado.





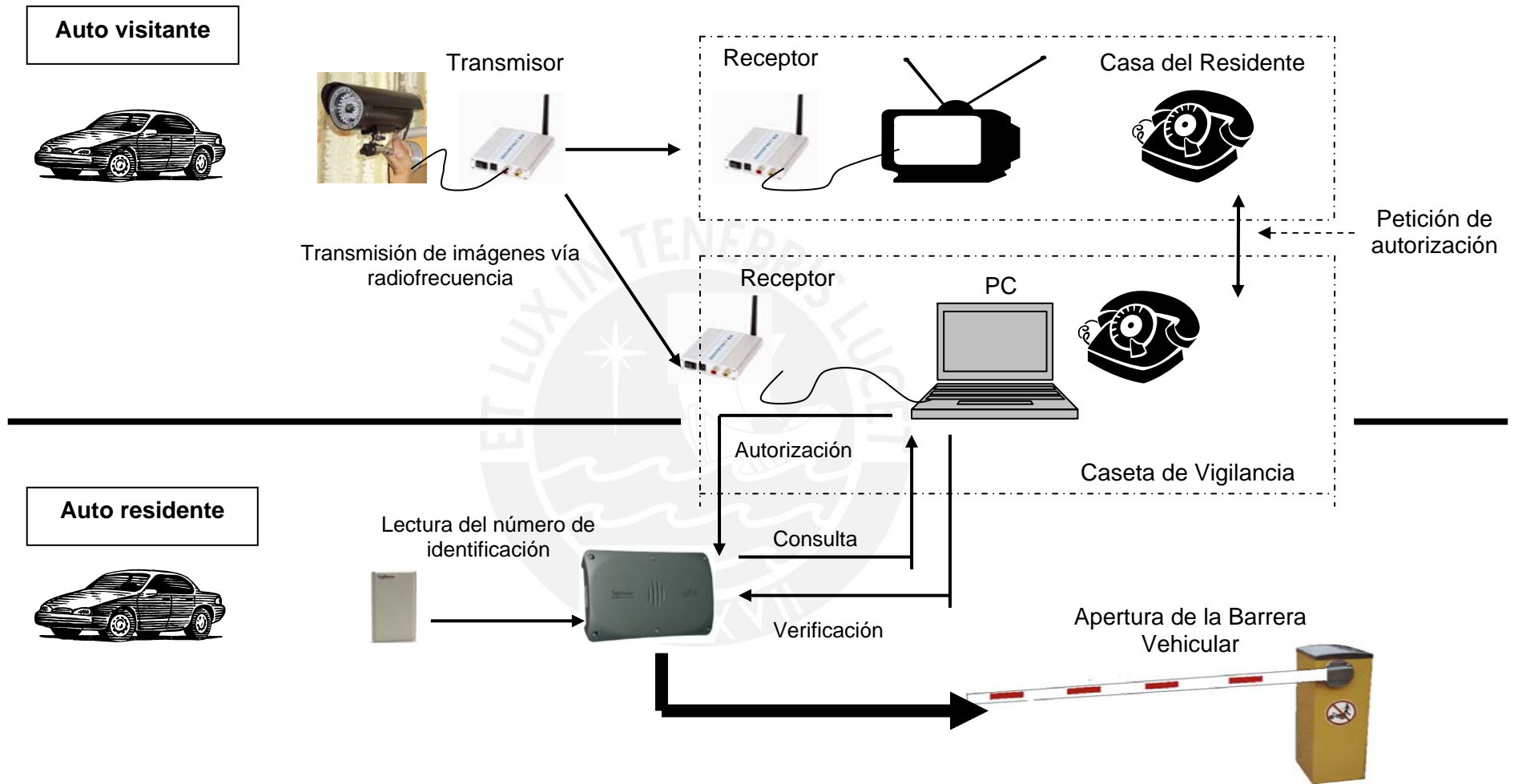


Imagen 4.29 Esquema Final del sistema de Control de Acceso Vehicular

#### 4.7. Cableado.

Debido a que en el diseño del sistema, la transmisión de imágenes a cada usuario será de manera inalámbrica, no se va a requerir de mucho cableado para el sistema.

- Cable coaxial RG-59: Este cable es generalmente usado para conexiones de video o circuitos cerrados de televisión, señales de radiofrecuencia y sistemas de seguridad. Principalmente, son usados cuando se requiere transmitir señales eléctricas con bajas pérdidas y con protección contra interferencias electromagnéticas que es brindado por su blindaje metálico [29].

Dentro del sistema serán utilizados para conectar los receptores con los televisores de los usuarios, de manera que la señal de video no se vea degradada por la longitud del cable. Además, estos cables son fabricados en dimensiones estándares que permiten el uso de adaptadores de BNC a RCA.

Es necesario mencionar que la longitud máxima permitida del cable coaxial es de 300m. por lo que no se tendría ningún problema con la señal de video ya que el cableado a utilizar entre los receptores y los televisores de los usuarios es menor a la longitud máxima permitida.

- Cable RCA: será utilizado para la conexión entre la cámara y el transmisor, además de la conexión del receptor ubicado en la caseta de vigilancia con la PC, ya que éstos dispositivos se encontrarán ubicados a cortas distancias y no se producirá una atenuación significativa en la señal de video.

Este tipo de cable soporta como máximo una distancia de 50m., pero a partir de los 15m. se produce una atenuación poco significativa de la señal.

- Cable Belden 9842 (AWG24): cable trenzado y apantallado que será utilizado para la comunicación entre la PC ubicada en la caseta de vigilancia y el lector, mediante el protocolo Confitalk, ya que presenta un buen desempeño frente al ruido exterior y permite transmitir señales hasta distancias de 1km.

La longitud del cableado es una medida aproximada ya que no se conoce exactamente el interior de todas las viviendas por donde este cable estaría colocado por las paredes hasta llegar al televisor en donde se visualizarán las imágenes.

La longitud de los cables se estimó teniendo en cuenta que los cables que se conectan a la lectora pasarán por debajo del suelo y los cables coaxiales que conectan los receptores con los televisores pasarán por dentro de las paredes y techos, para no obstruir el paso de las personas. Los cables RCA se encontrarán al aire libre debido a que son cables de corta longitud. En el anexo N° 4 se muestran las conexiones entre los equipos que intervienen dentro del sistema.

A continuación se muestra en la tabla 4.15 la longitud aproximada de los cables a utilizar.

**Tabla 4.15** Cableado

Tipo de cable	Cantidad	Longitud (m)
Coaxial RG-59	20	20
RCA	4	1
Belden 9842 AWG24	-	150

#### 4.8. Costos de los equipos.

A continuación se muestra la tabla 4.16 con los costos de los equipos requeridos para la implementación del sistema, cuya elección ha sido justificada anteriormente.

**Tabla 4.16** Lista de precios de los equipos del sistema.

Item	Descripción	Cant.	P. Unit. (\$)	Total (\$)
1	Tarjeta RFID	40	7	280
2	Lectora de largo alcance	2	700	1400
3	Software de control de accesos	1	1000	1000
4	Barrera vehicular con asta de 4m.	2	1020	2040
5	Cámara de CCTV	2	170	340
6	Transmisor	2	160	320
7	Receptor	22	30	660
8	Tarjeta capturadora de video de 4 canales	1	60	60
9	Software de integración con CCTV	1	-	-
10	PC del sistema	1	410	410
11	Instalación y capacitación	-	-	1200
12	Cableado	-	-	150

**TOTAL 7,860**

No se ha colocado el precio del software de integración con el CCTV debido a que el precio de éste se encuentra incluido en la compra de la tarjeta capturadora de video.

Para que el costo del sistema de control de acceso vehicular no resulte costoso y fuera del alcance de los usuarios, dependiendo de la situación económica de éstos, se pueden establecer las siguientes condiciones comerciales:

- 50% de adelanto y 50% contra entrega en caso que el usuario cuente con los medios económicos necesarios.
- 25% de adelanto y el saldo restante en 12 cuotas en caso que el usuario no pueda pagar en 2 cuotas.

Además, si el usuario posee más de un vehículo, se puede proceder a cobrar \$7 por cada tarjeta adicional.

A continuación, en la tabla 4.17, se muestra la cantidad de dinero en dólares que debe aportar cada usuario que se beneficiará con el sistema en cada uno de los casos mencionados anteriormente.

**Tabla 4.17** Tabla de costos según forma de pago.

TOTAL (\$)	# usuarios	# cuotas (meses)	Adelanto por usuario (\$)	Pago por usuario (\$)
7 860	20	2	196.5	196.5
7 860	20	12	98.25	24.60

Cabe resaltar que dentro del costo total se está incluyendo la capacitación tanto al personal de vigilancia como a los usuarios, de manera que éstos conozcan el funcionamiento del sistema. Además, se les debe ofrecer a los usuarios una garantía del buen funcionamiento de los equipos por el período de 1 año.

Posteriormente, si el usuario desea que se realice mantenimiento al sistema se podrá cobrar una suma de \$600, en donde cada usuario deberá aportar la cantidad de \$30.

Se ha incluido el costo de la capacitación y el mantenimiento dentro de la cotización ya que de acuerdo al anexo N°3, los usuarios consideran que se les debe ofrecer estos servicios. Además, también se puede apreciar el monto que éstos están dispuestos a pagar por el nuevo sistema de control de acceso vehicular.

## CONCLUSIONES

Luego del estudio y el análisis para el diseño de un sistema de control de acceso vehicular en zonas residenciales, se concluye que:

- Los usuarios desean tener mayor seguridad basándose en equipos electrónicos, pero la mayoría de ellos no tiene un conocimiento de la nueva y diversa tecnología existente que se puede utilizar para este propósito.
- El rango de alcance entre la lectora y la tarjeta de identificación es estable y no es susceptible a cambios dentro de una misma área geográfica, lo cual ofrece una solución confiable para el control de accesos.
- La aplicación de un sistema inalámbrico en cuanto al circuito cerrado de televisión permite que se reduzca el costo total y se ahorre el tiempo y el esfuerzo del personal encargado de la instalación del sistema ya que se evita el tedioso cableado a lo largo de toda la calle.
- La combinación de equipos mecánicos, electrónicos y software pertenecientes a los diferentes tipos de control de accesos permiten diseñar un sistema que ofrezca diversas herramientas a los usuarios, a quienes les permite llevar un control adecuado de acceso bajo las exigencias de los mismos.
- Debido al costo de la automatización aplicada en este tipo de medida de seguridad, sólo algunas personas cuentan con los medios económicos para adquirir el sistema diseñado. Esto muestra que algunas de las personas que pueden pagar la adquisición del sistema, están dispuestas a invertir en su seguridad.
- Algunas empresas ofrecen productos que solo funcionan con equipos fabricados por la misma empresa, lo cual disminuye las alternativas de solución, ya que se busca que los equipos a adquirir sean interoperables, es decir, sean capaces de funcionar conjuntamente con equipos de diferentes fabricantes.

## RECOMENDACIONES

Para una posterior implementación de este diseño de un sistema de control de acceso vehicular en zonas residenciales se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Con respecto a las lectoras de largo alcance se recomienda realizar diversas pruebas que permitan determinar el ángulo adecuado del dispositivo para que se obtenga el rango de lectura deseado.
- Adicionalmente, si es que el usuario lo cree conveniente, se puede implementar un sistema que permita identificar si el vehículo ha pasado totalmente por debajo de la barrera vehicular, de manera que no se produzca un daño al vehículo en caso la barrera vehicular se cierre antes de tiempo. Para esto, se debe tener en cuenta que el sistema sea compatible con la barrera vehicular.
- Se recomienda que los receptores de video se encuentren colocados en alguna de las paredes con visión a la calle de manera que la señal de video no se vea afectada, ya que con las pruebas realizadas, mencionadas anteriormente, se pudo observar que la nitidez de la imagen es mejor que cuando el receptor se encuentra dentro de la casa, en donde existe más interferencia producida por los demás equipos electrónicos que se encuentran dentro de la casa.
- En caso se desee instalar el sistema diseñado en calles más oscuras, se recomienda optar por la instalación de un reflector infrarrojo para poder obtener mayor nitidez de las imágenes durante la noche. En nuestro caso no es necesario, puesto que se logra diferenciar el rostro de la persona dentro del vehículo, a pesar que las imágenes no sean totalmente nítidas.
- Es necesario que se brinde una capacitación a los usuarios y al personal de vigilancia para que conozcan el funcionamiento del sistema, pues ello influirá en la calidad del servicio. Luego de la capacitación se recomienda evaluar el desempeño del personal de vigilancia con el nuevo sistema de manera que éste realice sus funciones correctamente.

- Se considera sumamente importante que la caseta de vigilancia esté fabricada de material noble y esté debidamente asegurada, ya que en su interior contará con equipos que forman parte del sistema de control de acceso que se verán amenazados por los delincuentes.
- Cada mes se recomienda grabar en CD los videos de las visitas en vehículo realizadas durante ese periodo de tiempo, de manera que se lleve un registro ordenado de estas visitas, para que en caso se necesite analizar las imágenes, éstas puedan ubicarse rápidamente.





## FUENTES

- [1] DELITO E INSEGURIDAD CIUDADANA  
2007 Seguridad Ciudadana. Lima. Julio. Consultado [2007/09/17]  
<[www.seguridadidl.org.pe/destacados/2007/2507/delito\\_inseguridad](http://www.seguridadidl.org.pe/destacados/2007/2507/delito_inseguridad)>
- [2] GOOGLE EARTH  
2007 Explora, busca y descubre. [En línea]. Consultado [2007/11/18]  
<<http://earth.google.es/tour/thanks-win4.html>>
- [3] BRAIN DELGADO, LUÍS AUGUSTO  
2005 “Sentencia del Tribunal Constitucional”. EXP. N° 3482-2005-PHC/TC  
Lima, Perú
- [4] SYSCOM  
2007 Introducción al circuito cerrado de televisión. [En línea]. Consultado [2007/11/19]  
<[www.syscom.com.mx/PPT/cctv.pdf](http://www.syscom.com.mx/PPT/cctv.pdf)>
- [5] VOXDATA COMUNICACIONES IP/DVR  
2007 DVR: CCTV Digital que permite el monitoreo de cámaras de seguridad.  
[En línea]. Consultado [2007/11/16]  
<<http://www.voxdata.com.ar/dvr.html>>
- [6] TYCO/FIRE & SECURITY  
2006 CURENetVue. [En línea]. Consultado [2007/11/16]  
<<http://www.tycosafetyproducts-europe.com/english/pdf/datas/acces/PSAC333A.pdf>>
- [7] TECHTARGET  
2007 Wiegand. [En línea]. Consultado [2007/10/20]  
<[http://whatis.techtargget.com/definicion/0,sid9\\_gci852292,00.html](http://whatis.techtargget.com/definicion/0,sid9_gci852292,00.html)>
- [8] BIOIDENTIDAD  
2007 Bandas magnéticas. [En línea]. Consultado [2007/10/20]  
<<http://www.bioidentidad.com/Tecnologías.htm>>

- [9] ESPEGIZMO  
2007 Lector biométrico de retina Panasonic. [En línea]. Consultado [2007/10/20]  
<<http://espegizmo.com/2007/09/25/general/lector-biometrico-de-retina-panasonic/>>
- [10] Kimaldi Electronics  
2007 Control de presencia biométrico y RFID. [En línea]. Consultado [2007/10/26]  
<[http://www.Kimaldi.com/aplicaciones/biometria\\_de\\_huella\\_digital](http://www.Kimaldi.com/aplicaciones/biometria_de_huella_digital)>
- [11] INTELEKTRON  
2003 Geometría de mano. En línea. Consultado [2007/10/30]  
<<http://www.intelektron.com/sitio/relojes/geomano.htm>>
- [12] WIMACOM  
2007 Cable coaxial. [En línea]. Consultado [2007/11/11]  
<<http://www.wimacom.com/tienda/index.php>>
- [13] NETKROM TECHNOLOGIES  
2005 Cables outdoor UTP/FTP. [En línea]. Consultado [2007/11/11]  
<[http://www.netkrom.com/es/prod\\_accesorios\\_Outdoor\\_UTP\\_Cables.html](http://www.netkrom.com/es/prod_accesorios_Outdoor_UTP_Cables.html)>
- [14] TEXTOS CIENTÍFICOS  
2007 Fibra óptica. [En línea]. Consultado [2007/10/26]  
<<http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica>>
- [15] MERINO, J., PERDICES, A., CARGIA, J.  
2003 "Identificación y autenticación de individuos frente a los servicios proporcionados por una vivienda domótica". Universidad Politécnica de Madrid.
- [16] RODRÍGUEZ GÓMEZ, MARCOS  
2007 "Sistema de gestión de acceso mediante RFID". Universidad Politécnica de Cataluña.
- [17] CRUZ, Hiram  
2006 "La identificación por radiofrecuencia, RFID". Revista Mundo Alimentario [En línea]. Septiembre/Octubre. Consultado [2008/01/10].  
<[www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MA014\\_RFID.pdf](http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MA014_RFID.pdf)>
- [18] COMISIÓN FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES  
2005 Experiencias internacionales y nacionales respecto al uso de las bandas de 900 MHz., 2.4 y 5 GHz. [En línea]. Consultado [2008/04/15]  
<[http://cofetel.gob.mx/wb/COFETEL/COFE\\_Experiencia\\_uso\\_de\\_las\\_bandas\\_900\\_Mhz\\_24\\_y\\_5](http://cofetel.gob.mx/wb/COFETEL/COFE_Experiencia_uso_de_las_bandas_900_Mhz_24_y_5)>

- [19] TAGMASTER  
2008 S1255 MarkTag Datasheet. [En línea]. Consultado [2008/04/05]  
<<http://www.tagmasterna.com/products/datasheets/tags/DS-S1255.pdf>>
- [20] IEC  
2008 Publications & Work in Progress. [En línea]. Consultado [2008/06/04]  
<[www.iec.ch](http://www.iec.ch)>
- [21] NEDAP TRANSIT  
2008 Transit Standar Reader. [En línea]. Consultado [2008/05/16]  
<[www.nedapavi.com](http://www.nedapavi.com)>
- [22] BEST SECURITY DEL PERÚ S.A.C.  
2008 AY-Z12 Lector de proximidad para exteriores de gran alcance. [En línea]. Consultado [2008/04/25]  
<[http://www.bestsecurityperu.com/controldeacceso\\_lectoras.htm](http://www.bestsecurityperu.com/controldeacceso_lectoras.htm)>
- [23] TAGMASTER  
2008 LR-Series Readers Datasheet. [En línea]. Consultado [2008/04/25]  
< <http://www.tagmasterna.com/products/datasheets/readers/LR-series-DS.pdf>>
- [24] INTELLISOFT PARKING  
2008 Barrera para estacionamientos G90. [En línea]. Consultado [2008/04/30]  
< <http://intellisoftparking.com>>
- [25] TAGMASTER  
2008 Software. [En línea]. Consultado [2008/04/26]  
<<http://www.tagmasterna.com/software.html>>
- [26] CAL-CENTRON  
2008 CCD Cameras. [En línea]. Consultado [2008/06/02]  
<[http://www.calcentron.com/Pages/cc\\_cctv/cc\\_ccd\\_cameras.html](http://www.calcentron.com/Pages/cc_cctv/cc_ccd_cameras.html)>
- [27] TODOESPÍA  
2008 Transmisores. [En línea]. Consultado [2008/06/03]  
< <http://www.todoespia.com/tienda/?padre=0&cat=19&cate=Transmisores>>
- [28] POWER TECH SOLUTIONS  
2008 Sistema de vigilancia digital DSR. Manual de operación. [En línea]. Consultado [2008/06/01]  
<[www.pwtsolutions.com/descargas](http://www.pwtsolutions.com/descargas)>

- [29] VIAKON  
2008 Cable Viakon coaxial híbrido tipo RG-59 para CCTV. [En línea].  
Consultado [2008/06/05]  
< <http://cablesyredes.com/VIK-RG59-LG48.pdf>>
- [30] David Walfish  
2004 “Huella vs. Proximidad “. Revista de negocios de seguridad. Diciembre.  
Consultado [2007/10/26].
- [31] PEZOA NUÑEZ, JORGE E.  
2001 “Apuntes de redes de datos”. Primera edición. Universidad de  
Concepción, México.
- [32] CABLECOM  
2007 Sistemas de comunicaciones. [En línea]. Consultado [2007/11/12]  
<[www.cablecom.es/index.php?manufacturers\\_id=15](http://www.cablecom.es/index.php?manufacturers_id=15)>
- [33] TANENBAUM, ANDREW  
1996 “Computer Networks”. Fourth edition. New Jersey