

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INTERCOMUNICADOR  
EN VIDEO IP HIKVISION EN LA ZONA C DE LAS OFICINAS DE  
LA ESFOT**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN  
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

LIZETH ALEJANDRA CHILIG CADENA  
lizeth.chilig@epn.edu.ec

GISSELA ESTEFANÍA CUPUERÁN JÁTIVA  
gissela.cupueran@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING.FANNY PAULINA FLORES ESTÉVEZ, MSC  
fanny.flores@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING.FABIO MATIAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ  
fabio.gonzalez@epn.edu.ec

**QUITO, ENERO 2021**

## CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado en su totalidad por Gissela Estefanía Cupuerán Játiva y Lizeth Alejandra Chilig Cadena bajo nuestra supervisión.



---

Ing. Fanny Paulina Flores Estévez, MSc

**Director**



---

Ing. Fabio Matías González González, MSc.

**Codirector**

## DECLARACIÓN

Nosotras, Gissela Cupuerán y Lizeth Chilig, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación -COESC-, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional. Entregaremos toda la información técnica pertinente. En el caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.



---

Lizeth Alejandra Chilig Cadena



---

Gissela Estefanía Cupuerán Játiva

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada con todo mi cariño a mi familia en especial a mis padres, Edwin y Maira quienes, con su amor, apoyo incondicional, trabajo y esfuerzo permitieron que logre culminar mi carrera profesional.

A Sandy y Sofía por su cariño y su apoyo incondicional.

**Lizeth Chilig**

Este proyecto es dedicado con mucho amor a las personas más importantes de mi vida, mi familia, quienes me han brindado todo su cariño y me han enseñado a ser la mejor versión de mí misma.

Especialmente a mi padre Mario, quien ha sido un modelo a seguir para mí y me ha demostrado que todo esfuerzo tiene sus frutos. También se lo dedico a mi madre Daisy quien ha confiado ciegamente en mis capacidades y me ha dado todo su apoyo.

Asimismo, tengo la dicha de tener a mi hermana Denisse junto con mi sobrina Avril, quienes han sido una motivación enorme para seguir formándome profesionalmente y poderles proveer así un buen futuro.

A todos aquellos amigos que no me han dejado rendir una vez más gracias.

**Gissela Cupuerán**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar un sincero agradecimiento, en primer lugar, a Dios por brindarme salud, fortaleza y capacidad; también agradezco a la Escuela Politécnica Nacional, a la Escuela de Formación de Tecnólogos, a la vez hago extenso este reconocimiento a todos los maestros de mi educación superior, quienes me han dado las pautas para mi formación profesional en especial a la Ing. Gabriela Cevallos por su apoyo y motivación a lo largo de toda la carrera profesional.

Un agradecimiento especial a la Ing. Fanny Flores por su confianza, apoyo, motivación y colaboración en mi formación profesional como tutora académica y directora del presente proyecto.

Al Ing. Fabio González codirector y a todos los involucrados por su tiempo y dedicación para el cumplimiento de este proyecto.

**Lizeth Chilig**

Agradezco a la Escuela Politécnica Nacional, en especial a mi facultad, la Escuela de Formación de Tecnólogos, por buscar la excelencia de sus estudiantes tanto a nivel profesional como personal. Mis mayores agradecimientos a los docentes de toda esta etapa académica superior por ofrecerme las herramientas necesarias para obtener un mayor conocimiento científico. He tenido la oportunidad de conocer y tratar con ingenieros que forman profesionales bien preparados, particularmente agradezco a mi directora la Ing. Fanny Flores por ser una representante admirable de la mujer en la tecnología, la cual me ha impulsado a perseverar, disfrutar de la carrera y continuar preparándome profesionalmente.

Por otra parte, le doy las gracias al Ing. Fabio González por su confianza, quien con sus largos años de experiencia me ha permitido tenerle como codirector siendo un parte importante para el desarrollo de la presente tesis.

**Gissela Cupuerán**

# CONTENIDO

<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	II
<b>DECLARACIÓN</b> .....	III
<b>DEDICATORIA</b> .....	IV
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	V
<b>CONTENIDO</b> .....	VI
<b>RESUMEN</b> .....	XI
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1. Planteamiento del Problema</b> .....	1
<b>1.2. Justificación</b> .....	1
<b>1.3. Marco Teórico</b> .....	1
Red de Área Local (LAN).....	2
Sistema de Cableado Estructurado (SCE).....	6
Sistema de intercomunicador en video IP .....	13
Sistema abre puertas.....	17
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	19
<b>2.1. Planificación</b> .....	19
<b>2.2. Diseño</b> .....	20
<b>2.3. Implementación</b> .....	20
<b>2.4. Pruebas de funcionamiento del sistema</b> .....	20
<b>2.5. Manual de Usuario y Administrador</b> .....	20
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	21
<b>3.1. Análisis y determinación de los requerimientos necesarios para la implementación del sistema</b> .....	21
Selección de cable.....	21
Selección de estación de puerta del sistema de intercomunicador de video IP....	24
Selección de estación interior del sistema de intercomunicador de video IP.....	25
Selección de cerradura eléctrica.....	26

Selección de la fuente de alimentación.....	26
<b>3.2. Diseño del sistema de intercomunicación en video IP Hikvision.....</b>	<b>26</b>
Diseño de Red.....	26
Diseño del Sistema de Intercomunicador en video IP .....	29
<b>3.3. Instalación del sistema y acoplamiento con la red de la EPN.....</b>	<b>31</b>
Adquisición de equipos y material.....	32
Sistema de Cableado Estructurado.....	32
Colocación de cerradura eléctrica y sistema eléctrico.....	35
Configuración de equipos (estación de puerta y estación interior) .....	36
Colocación de equipos.....	46
<b>3.4. Vinculación del sistema con la aplicación HIK-CONNECT.....</b>	<b>48</b>
Instalación .....	48
Registro e inicio de sesión de usuario.....	48
Adición de dispositivos.....	50
<b>3.5. Pruebas de funcionamiento y corrección de errores del sistema.....</b>	<b>52</b>
Prueba del Cableado .....	52
Prueba de la Estación de puerta.....	53
Prueba de la Estación interior .....	53
Prueba de las tarjetas de acceso .....	54
Prueba de la aplicación HIK-CONNECT .....	54
<b>3.6. Manual de administrador y usuario.....</b>	<b>55</b>
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>56</b>
<b>4.1. Conclusiones .....</b>	<b>56</b>
<b>4.2. Recomendaciones .....</b>	<b>58</b>
<b>5. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> Topología en estrella.....	3
<b>Figura 1.2</b> Distancia máxima del cableado horizontal .....	8
<b>Figura 1.3</b> Cordones de parcheo .....	8
<b>Figura 1.4</b> Cable UTP Cat 5e .....	10
<b>Figura 1.5</b> Conector RJ45 .....	10
<b>Figura 1.6</b> <i>Rack Connection</i> .....	11
<b>Figura 1.7</b> <i>Switch</i> TP-LINK SG1008.....	12
<b>Figura 1.8</b> Distribuidor de audio y video DS-KAD612.....	14
<b>Figura 1.9</b> Estación de Puerta .....	14
<b>Figura 1.10</b> Estación interior de video .....	16
<b>Figura 1.11</b> Chapa eléctrica .....	18
<b>Figura 1.12</b> Instalación completa de la chapa eléctrica .....	18
<b>Figura 1.13</b> Brazo hidráulico .....	18
<b>Figura 2.1</b> Metodología .....	19
<b>Figura 3.1</b> Requerimientos para la implementación del sistema.....	21
<b>Figura 3.2</b> Distancia del cable en el área de Oficinas 4.....	22
<b>Figura 3.3</b> Calculadora de velocidad de transmisión de video online de Hikvision .....	23
<b>Figura 3.4</b> Topología de la red .....	27
<b>Figura 3.5</b> Plano cableado de red .....	28
<b>Figura 3.6</b> Esquema de conexión del sistema de intercomunicador en video IP .....	30
<b>Figura 3.7</b> Instalación del sistema de intercomunicación en video IP .....	32
<b>Figura 3.8</b> Techo oficina 4.....	32
<b>Figura 3.9</b> Colocación de cajetines de paso, conexión de mangueras metálicas BX..	33
<b>Figura 3.10</b> Cableado hasta el <i>rack</i> área de oficinas 3.....	33
<b>Figura 3.11</b> Cableado hasta el <i>rack</i> 6 área de oficinas 2.....	34
<b>Figura 3.12</b> Colocación de canaletas .....	34
<b>Figura 3.13</b> Soporte de pared para estación interior de video .....	35
<b>Figura 3.14</b> Ponchado de cables <i>Ethernet</i> .....	35
<b>Figura 3.15</b> Instalación de brazo hidráulico y chapa eléctrica.....	36
<b>Figura 3.16</b> Instalación <i>software</i> iVMS4200 .....	36
<b>Figura 3.17</b> Instalación <i>software</i> SADPTool .....	37
<b>Figura 3.18</b> Creación de cuenta en SADPTool.....	37
<b>Figura 3.19</b> Creación de cuenta en IVMS.....	38
<b>Figura 3.20</b> Menú principal.....	38

<b>Figura 3.21</b> Pestaña Mantenimiento y gestión.....	39
<b>Figura 3.22</b> Cambio horario.....	39
<b>Figura 3.23</b> Selección del idioma .....	40
<b>Figura 3.24</b> Creación del directorio .....	40
<b>Figura 3.25</b> Plantilla en Excel del directorio.....	41
<b>Figura 3.26</b> Asignación de extensión .....	41
<b>Figura 3.27</b> Sección Control de acceso<Persona.....	42
<b>Figura 3.28</b> Adición de grupos .....	42
<b>Figura 3.29</b> Adición de docentes.....	43
<b>Figura 3.30</b> Información de docentes .....	43
<b>Figura 3.31</b> Vinculación de la tarjeta al usuario.....	44
<b>Figura 3.32</b> Parámetros de ajustes de la tarjeta.....	44
<b>Figura 3.33</b> Subsección Información de residente.....	44
<b>Figura 3.34</b> Control de acceso .....	45
<b>Figura 3.35</b> Adición del grupo de acceso. ....	45
<b>Figura 3.36</b> Información del grupo de acceso .....	46
<b>Figura 3.37</b> Colocación de la estación de puerta.....	46
<b>Figura 3.38</b> Estación de puerta del área de oficinas 4.....	47
<b>Figura 3.39</b> Colocación de estación interior .....	47
<b>Figura 3.40</b> Selección de país o región .....	48
<b>Figura 3.41</b> Inicio de cuenta, términos y condiciones .....	49
<b>Figura 3.42</b> Registro de cuenta .....	49
<b>Figura 3.43</b> Registro código de seguridad.....	50
<b>Figura 3.44</b> Contraseña de usuario .....	50
<b>Figura 3.45</b> Adición de dispositivo mediante código QR.....	51
<b>Figura 3.46</b> Adición de dispositivo.....	51
<b>Figura 3.47</b> Edición del nombre del dispositivo .....	51
<b>Figura 3.48</b> Pruebas de Funcionamiento.....	52
<b>Figura 3.49</b> Pruebas de continuidad con <i>tester</i> .....	52
<b>Figura 3.50</b> Llamada desde la estación de puerta.....	53
<b>Figura 3.51</b> Recepción de llamada desde la estación interior.....	53
<b>Figura 3.52</b> Pruebas en la estación interior .....	54
<b>Figura 3.53</b> Visualización de cámara del área de oficinas 4.....	54
<b>Figura 3.54</b> Apertura de la puerta.....	55
<b>Figura 3.55</b> Llamada en la aplicación .....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1</b> Características cable UTP Cat 5e Furukawa .....	10
<b>Tabla 1.2</b> Características <i>Rack Connection</i> 6UR .....	12
<b>Tabla 1.3</b> Características <i>switch</i> TP-LINK SG1008 .....	13
<b>Tabla 1.4</b> Especificaciones distribuidor de audio y video DS-KAD612.....	14
<b>Tabla 3.2</b> Comparación de modelos de estación de puerta HIKVISION .....	25
<b>Tabla 3.3</b> Direcciones IP de los Equipos .....	28
<b>Tabla 3.4</b> Elementos de Cableado Estructurado.....	29
<b>Tabla 3.5</b> Equipos del sistema de intercomunicador en video IP .....	30

## RESUMEN

El presente proyecto de titulación consiste en la implementación de un sistema de intercomunicador en video IP Hikvision en la zona C de las oficinas de la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT). El sistema cuenta con tecnologías como: PoE, IP y MIFARE. El documento está formado por 6 secciones, que se detallan a continuación:

En la primera sección, se presenta los problemas detectados en la zona C de las oficinas de la ESFOT y su posible solución. Además, se especifica los conceptos y las principales características de los equipos que conforman el sistema.

En la segunda sección, se encuentra la metodología y etapas en las cuales se dividió el proyecto para la implementación del sistema de intercomunicación en video IP.

En la tercera sección, se detallan los resultados y discusiones del sistema, iniciando por el análisis y determinación de los requerimientos, continuando con el diseño, la adquisición de equipos y materiales, la instalación del sistema y acoplamiento con la red de la Escuela Politécnica Nacional (EPN), la vinculación del sistema con la aplicación HIK-CONNECT, las pruebas de funcionamiento y corrección de errores. Además de lo mencionado anteriormente, se incluye un manual de usuario y administración del sistema.

En la cuarta, quinta y sexta sección, se determinan las conclusiones y recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos como planos, diagramas y manuales.

**Palabras claves:** Sistema de Intercomunicador, video IP, PoE, cableado estructurado.

## **ABSTRACT**

*The present degree project deals with the implementation of a Hikvision IP video intercom system in zone C of the School of Technology Training (ESFOT) offices. The system includes technologies such as: PoE, IP and MIFARE. The document consists of 6 items which are detailed below:*

*In the first part, the problems of zone C of the ESFOT offices are detected and detailed; as a matter of fact, a possible solution is proposed. It specifies concepts and the main characteristics of the system's equipment.*

*In the second part, it is included the methodology and stages in which the project was divided to the implementation of the IP video intercommunication system.*

*In the third one, the results and discussions of the system are stated, starting with the analysis and determination of the requirements, continuing with the design, the acquisition of equipment and materials, the installation of the system and coupling with the National Polytechnic School (EPN) network, the linking of the system with the HIK-CONNECT application, the functional tests and error correction. Moreover, this point includes a user's manual and administration manual of the system.*

*The fourth, fifth and sixth items are formed by the conclusions and recommendations, bibliographic sources and annexes such as plans, diagrams and manuals.*

**Keywords:** *Intercom system, IP video, PoE, structured cabling.*

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Planteamiento del Problema**

En el área de oficinas 4 (Zona C) de la ESFOT de la EPN, existen cuatro cubículos (24-27), ver Anexo I. Durante semestres pasados en la zona C, se ha podido evidenciar la falta de un dispositivo electrónico que permita a los estudiantes contactar con los docentes pertenecientes a dicha oficina. Además, ningún cubículo contaba con un aparato electrónico para mantener comunicación entre docentes en la misma oficina. Por otro lado, no disponía de un sistema de abrepuestas electromagnético que solo permita el acceso del personal autorizado.

## **1.2. Justificación**

En la zona C de la ESFOT es imperante contar con un sistema de intercomunicador en video y control de acceso, ya que es fundamental en la seguridad del personal docente y la comunicación con los estudiantes. El proyecto integrador “Implementación de un sistema de intercomunicador en video IP Hikvision en la zona C de las oficinas de la ESFOT”, beneficiará a los docentes y estudiantes de la EPN-ESFOT para una comunicación audiovisual entre el interior y exterior de la oficina, mediante las llamadas que se realizan desde el videoportero hacia las estaciones ubicadas en el interior de cada cubículo. Entre las principales características y ventajas del sistema de intercomunicador en video IP Hikvision se destacan las siguientes: La estación de puerta realiza las funciones de: videoportero, control de acceso, sistema de tarjeta y mensajes de visitante [1]. La estación interior de video, realiza las funciones de: videoportero, llamada de residente a residente, visualización de video HD en vivo, control de acceso, información de advertencia y recepción de mensaje de visitante [2].

## **1.3. Marco Teórico**

Al tratarse de dispositivos IP, el proyecto se desarrollará bajo una red LAN, la cual estará segmentada en redes VLAN y se procederá a la conceptualización de la topología y tecnologías empleadas incluyendo los protocolos usados y los elementos implicados.

El presente proyecto involucra también la parte eléctrica, por lo cual se determinará el diseño basado en las normas de estandarización del cableado estructurado y la comprobación y verificación de la correcta funcionalidad del sistema.

## **Red de Área Local (LAN)**

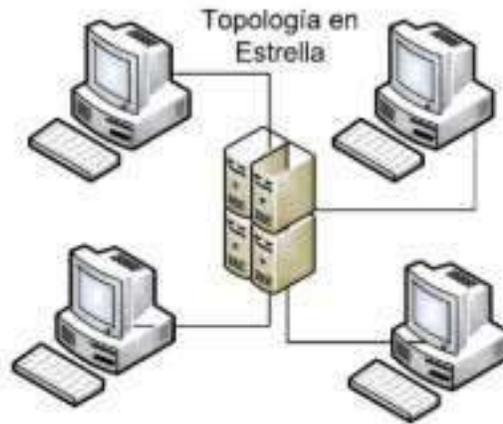
Una LAN es una red informática que puede compartir recursos entre varios computadores y dispositivos tecnológicos. Se caracteriza por abarcar sitios específicos y de poco alcance como: una casa, un departamento, un negocio, una empresa en la cual se puede ocupar una topología de red como: anillo, malla o estrella [3].

### **❖ Topología de red**

Es la manera en la que cada elemento de la red se conecta con su correspondiente, de forma física y lógica. La topología física muestra la geometría de la red, donde las estaciones son interconectadas mediante cables. A la misma, se le asocia una topología lógica para definir la forma cómo se van a transmitir los datos en esa red. Cada tipo de topología implica un costo diferente, ya sea de instalación y/o de mantenimiento, y también admite un determinado nivel de flexibilidad, fundamental para incrementar o reducir la cantidad de estaciones. Otros aspectos importantes para la elección de la topología es la velocidad de transmisión, la fiabilidad, vital para mantener el servicio ante fallos, el retardo, el tráfico soportado por la red, la tecnología a usar, la aplicación, entre otros [4].

#### **○ Topología estrella**

Es una de las topologías más utilizadas en redes de comunicación cableadas, cuya característica principal es que tiene un único nodo central al cual se unen el resto de nodos. Por tanto, el nodo central es el que posee el control de acceso a la red. Así mismo un buen desempeño de la red dependerá fundamentalmente de las características del nodo central, así como de las líneas de transmisión, por lo que es necesario realizar una buena inversión en el cableado y el equipo principal. Entre sus ventajas se tiene la flexibilidad que brinda, ya que permite realizar reconfiguración en el caso que así se requiera, y la alta fiabilidad que ofrece especialmente ante fallos en las estaciones, mas no en el nodo central [5]. En la Figura 1.1 se puede observar un ejemplo de topología en estrella.



**Figura 1.1** Topología en estrella [4]

### ❖ Red de Área Local Virtual (VLAN)

Se conoce como VLAN a una red lógica o virtual utilizada para administrar la red de una forma más sencilla; es decir, la topología física de la red puede ser dividida en una topología lógica para una mayor eficiencia. De esta forma, se organizan las redes LAN interconectadas, logrando contribuir así en la seguridad de la red, ya que se puede asignar una VLAN a cada departamento dentro de una organización, impidiendo el acceso entre ciertos departamentos. También, permite una mejor repartición de carga ya que puede presentarse el caso donde ciertos departamentos requieran mayor velocidad que otros. Finalmente, ayuda a controlar el tráfico de difusión ya que el número de equipos conectados a la LAN no es tan grande debido a que ha sido dividido en varias VLANs [6].

El estándar IEEE802.1Q permite el uso de VLANS en redes *Ethernet* donde se asigna una VLAN a un número de puertos del *switch*, la cual se encarga de añadir una etiqueta en la trama *Ethernet* que permita la identificación de la misma [6].

### ❖ Tecnologías de red

#### ○ Video o videovigilancia IP

Se trata de un tipo de comunicación efectuada mediante la red IP, ya sea cableada o inalámbrica. Para su funcionamiento, usa una misma infraestructura de red para el flujo de audio/video e incluso permite implementar la tecnología PoE para la alimentación eléctrica de los dispositivos que componen el sistema de video IP. Estos dispositivos son; cámaras analógicas (casi en desuso), cámaras de red IP, servidores de video para adaptar una señal analógica a la red, servidores de almacenamiento/gestión de video, clientes de monitorización y dispositivos de red (*router*, *switch*, cableado estructurado). Esto es posible gracias al uso

de direcciones IP, permitiendo así que el cliente controle y gestione múltiples cámaras al mismo tiempo y en cualquier lugar donde exista conexión con la red. Por lo tanto, la finalidad de un sistema de video IP es controlar y grabar video desde cualquier punto de la red pudiendo ser una red LAN o WAN. Así se logra realizar una monitorización a distancia y en tiempo real ya que los datos del sistema de video IP son centralizados, almacenados y gestionados de modo que se separa la central de alarmas del espacio de monitoreo. Este sistema es el sustituto del sistema de videovigilancia IP analógico o tradicional debido a que ofrece una accesibilidad remota, una mayor calidad de imagen, una gestión de eventos y video inteligente mediante *software* y una mayor escalabilidad, flexibilidad y rentabilidad [7].

- **Tecnología PoE (*Power Over Ethernet*)**

Se entiende como una tecnología que provee energía sobre *Ethernet*, ya que se encarga de transferir tanto energía eléctrica como datos por medio del cable de red UTP. Esto implica que un dispositivo que utilice esta tecnología no requerirá de una conexión a una toma de energía eléctrica para su funcionamiento. Sirve de gran ayuda en circunstancias donde no se tiene un fácil acceso eléctrico. La potencia y corriente máximas de transmisión vienen determinadas por las normas 802.3af y 802.3at de la IEEE, que indican que sus valores máximos son de 30 W de potencia y 600 mA de corriente por par. Para una transmisión óptima de datos cuando se utiliza PoE, se recomienda emplear los 4 pares del cable UTP ya que dos pares son requeridos para *Ethernet* y los otros dos para alimentación. Los dispositivos de red que soportan esta tecnología se conocen como *endpoint*, entre los que se encuentran *routers* PoE, *switch* PoE y *Access Point* PoE [8].

- **Mifare**

Es un tipo de tecnología muy popular en tarjetas de proximidad. Se basa en el estándar ISO/IEC 14443 del 2001, donde se indica que la información es almacenada en una memoria. Así se logra que el lector *Mifare* pueda acceder a su propia base de datos central. Además, la velocidad de transferencia entre lector y tarjeta se da en milisegundos e incluso la velocidad se puede reducir mediante un mapeado más específico. Igualmente, la seguridad del sistema es alta ya que utiliza dos llaves conocidas solo por la empresa que las fabricó [9].

- ❖ **Protocolos de red**

Un protocolo de red establece un acuerdo entre sus equipos de comunicación donde se indica la forma en que se llevará a cabo la comunicación [6].

- **IP (*Internet Protocol*)**

Es un protocolo de red cuya finalidad es transmitir paquetes por medio de múltiples redes interconectadas hasta su destino. Para ello, se basa en una serie de reglas básicas donde se define a un paquete mediante un datagrama IP, al cual se le va a asignar una dirección IP que le corresponderá a una computadora en específico. Así se logra intercomunicar diferentes redes que serán vistas como una gran red. Por tanto, para su funcionamiento es necesario que cada computadora disponga de *software* IP para la creación y envío de datagramas, al igual que el enrutador para conmutar el paquete y escoger el mejor camino hacia su destino. El datagrama IP tiene un tamaño máximo de datos, por lo que en el caso de que los datos superen este tamaño, el mismo será fragmentado y se le asignará una cabecera que permita saber que corresponde a una parte del paquete completo y el lugar que ocupa. Entonces, el *router* direcciona, fragmenta y ensambla los datagramas [10].

- **DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*)**

Protocolo para redes TCP/IP cuya función es simplificar la administración de la configuración IP de cada dispositivo de la red. De modo que a cada cliente le es asignado o alquilado dinámicamente una dirección IP, por un periodo de tiempo que se le conoce como duración de alquiler. A parte de asignar direcciones IP, permite configurar otros parámetros de red dinámicamente como la puerta de enlace, la máscara de la dirección IP, ya que se posee una base de datos con las direcciones IP del servidor DHCP de la red LAN. El uso de este protocolo ayuda a que la red sea más segura, confiable y sencilla, ya que el direccionamiento se hace de forma automática para un número elevado de dispositivos sin la posibilidad de que se asignen dos direcciones iguales para diferentes equipos. Esto es posible gracias al modelo cliente-servidor que utiliza para su funcionamiento donde el cliente realiza la petición a un servidor DHCP disponible, el cual comprueba que no haya conflictos entre direcciones. El puerto asignado para este servicio es el 67-68 [11].

- **FTP (*File Transfer Protocol*)**

Es un protocolo de red para la transferencia de archivos entre sistemas interconectados en una red. Desde un equipo cliente se puede conectar a un servidor para descargar archivos o para enviarle archivos, independientemente del sistema operativo utilizado en cada equipo. Normalmente usa el puerto 21 en las transmisiones [11].

- **DNS (*Domain Name System*)**

Es un sistema cuya función es asignar nombres a equipos y servicios de red que se encuentren dentro de un dominio. En las redes TCP/IP, como el Internet, se utiliza asignación

de nombres DNS para localizar nombres y servicios sencillos. Ayuda a traducir la dirección real, que es una relación numérica denominada IP, en el nombre del dominio. Este tipo de servicio usa el puerto 53 [11].

- **HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*)**

Es un tipo de protocolo simple basado en un modelo solicitud-respuesta dentro de la familia de protocolos TCP/IP; normalmente utilizado en Internet. Comenzó solo transfiriendo datos por Internet, es decir transfería páginas *web* en HTML, pero su versión más actual 1.0 admite transferir mensajes con encabezados, donde se describe el contenido de los mensajes y para ello usa la codificación MIME (*Multipurpose Internet Mail Extensions*). Para su funcionamiento, el cliente por medio del navegador va a realizar una solicitud utilizando una dirección URL (Localizador uniforme de recursos) al servidor *web* y cada vez que se realice una solicitud ésta va a ser atendida independientemente de las anteriores enviando una respuesta HTTP. Existe una versión de este protocolo donde las transacciones son más seguras y se conoce como protocolo HTTPS (*Hypertext Transfer Protocol Secure*). El protocolo HTTP utiliza el puerto 80; mientras que el protocolo HTTPS usa el puerto 443 [12].

## **Sistema de Cableado Estructurado (SCE)**

El cableado estructurado consiste en la instalación de una red de cables y conectores con el objetivo de crear una red ya sea de datos, voz o video dentro de una edificación. Para lograr un sistema de cableado estructurado dicho cableado debe ser diseñado de forma que sea sistemático, reconfigurable y homogéneo. Así se cumple que a pesar de modificaciones en la topología de la red, no sea necesario agregar cable o cambiar la estructura del cableado, además de soportar todo tipo de redes y terminales [3].

### **❖ Normas o estándares de un SCE**

La ANSI (*American National Standards Institute*) integrante de ISO (*International Organization for Standardization*) es una organización estadounidense no lucrativa cuyo propósito es elaborar estándares que pueden aplicarse a nivel mundial. [13]. Esta en conjunto con la TIA (*Telecommunications Industry Association*) son asociaciones de comercio que desarrollan y publican juntas una serie de estándares que abarcan el cableado estructurado de voz y datos para las LAN [14].

Las normas utilizadas dentro del proyecto son:

- **ANSI/TIA-568.0-D (Cableado genérico de telecomunicaciones para sitios de clientes)**

Este estándar especifica los requisitos mínimos de cableado para telecomunicaciones, donde se indica la topología recomendada y los límites de distancia, las especificaciones sobre el rendimiento de los aparatos de conexión y medios de transmisión, y los conectores y asignaciones de pin [14]. A partir del mismo se podrá diseñar la infraestructura del cableado de telecomunicaciones en una instalación [13].

En el cableado horizontal se emplea cables de par trenzado balanceado, de 4 pares, de 100  $\Omega$ , no blindado o blindado, Categoría 5e, 6 y 6A. Cada conexión de salida en el área de trabajo tiene un tramo de cable individual (enlace). Esto representa una topología en estrella; esta disposición es más conveniente para movimientos, adiciones y cambios. Todo enlace de cable horizontal se limita a 90 metros de longitud. Como regla general, el 40 % de llenado máximo para vías de cable. El radio de curvatura del par trenzado balanceado es máximo 4 veces el diámetro del cable y la fuerza de tracción máxima de 25 lbf. Los conectores reconocidos son de 8 posiciones RJ45 conector modular y terminación T568A o T568B [13].

- **ANSI/TIA-568.1-D (Norma de Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales)**

Especifica un sistema de cableado de telecomunicaciones genérico para edificios comerciales que soporta un entorno de varios productos y proveedores [14]. Por tanto, esta norma involucra todos los componentes del cableado estructurado; instalaciones de entrada, cuarto de equipo, cableado vertical o *backbone*, cuarto de telecomunicaciones, cableado horizontal y área de trabajo [15]. En el cuarto o armario de telecomunicaciones se sitúan los paneles que administran y envían los cables desde el cuarto de equipo hasta cada área de trabajo, permitiendo la interconexión entre el cableado vertical y horizontal [15].

El cableado horizontal que interconecta el cuarto de telecomunicaciones con las áreas de trabajo tendrá una distancia máxima de 90 metros considerando 5 metros de acometida en cada extremo, como se observa en la Figura 1.2. El cable empleado en el cableado horizontal dependerá del servicio que se ofrezca (voz, video o datos), considerando futuros crecimientos, reubicaciones y el mínimo mantenimiento [15]. Todos los cordones de parcheo de los componentes deben ser de la misma categoría, como se muestra en la Figura 1.3.

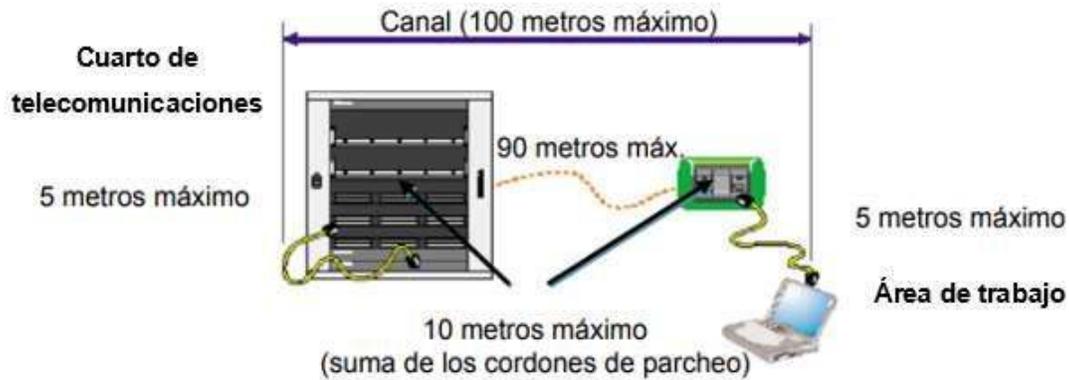


Figura 1.2 Distancia máxima del cableado horizontal [15]



Figura 1.3 Cordones de parcheo [15]

- **TIA/EIA 568-C.2 (Cableado y componentes de telecomunicaciones y de par trenzado balanceado)**

Esta norma especifica los requisitos mecánicos y de transmisión de componentes y cableado de cobre de par trenzado incluyendo las categorías, conectores, cables y rendimiento de transmisión. En esta norma también se especifican los requisitos de certificación de canales y enlaces permanentes para pruebas de campo [14].

Categoría 5e: Aplica a cables UTP de 100  $\Omega$  y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 100 MHz de ancho de banda. Se especifica, para esta categoría, parámetros de transmisión más exigentes que los que aplicaban a la categoría 5. Debe tener 4 pares trenzados balanceados, sin malla UTP (*Unshielded Twisted Pair*). Los conductores de cada par deben tener un diámetro de 22 AWG a 24 AWG. La resistencia “en continua” de cada conductor no puede exceder los 9,38  $\Omega$  por cada 100 m a 20  $^{\circ}\text{C}$ . La diferencia de resistencias entre dos conductores del mismo par no puede superar en ningún caso un 5%. La capacitancia mutua de cualquier par de cables, medida a 1 KHz no puede exceder los 5,6 nF en 100 m de cable para Categoría 5e. La impedancia característica del cable debe ser de 100  $\Omega$  +/- 15% en el rango de las frecuencias de la categoría del cable [16]. Se realiza pruebas

de canal para verificar el estado del *link* directamente conectando el instrumento de prueba a los *patch cords* de cada estación de trabajo [13].

- **ANSI/TIA-569-D (Norma de Recorridos y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales)**

Esta norma detalla el diseño y construcción del cableado estructurado que el medio de transmisión y el equipo de telecomunicaciones puede soportar en edificios comerciales, sin tener en cuenta la seguridad [17]. La instalación del cableado horizontal en techo falso, situado a una altura mínima de 3,6 metros, debe tener una distancia mínima de 3" entre el cable y el techo falso. Las rutas de distribución solo se colocan en áreas de fácil acceso, donde se acepten cambios y expansiones, y teniendo en cuenta que las trayectorias saturadas pueden causar problemas con el rendimiento de la transmisión. La canalización del cableado horizontal debe estar separada de la canalización de corriente eléctrica, ya sea por tubo *conduit* o canaleta, para evitar campos electromagnéticos (EMI). Los ductos con tubo *conduit* se utilizan para salidas de telecomunicaciones permanentes o de baja densidad, por lo cual se permite un máximo de 3 salidas. El tamaño del tubo debe ser de 3/4" como mínimo y su radio de cobertura será 6 veces el diámetro interno del tubo cuando se trate de tubos de menos de 2". Además, los tubos pueden ser llenados a un máximo del 40 % de su capacidad. Se instalará un cajetín de paso para situar los cables en una zona accesible y de tramo recto, lo que permite facilitar la instalación. El tramo entre el cajetín de paso y el área de trabajo tiene una distancia máxima de 30 metros y no puede haber más de dos curvaturas de 90°. En el caso del uso de canaletas en enrutamientos horizontales, el radio de curvatura será de mínimo 4 veces el diámetro del cable UTP y se utilizarán cuando exista una baja densidad de dispositivos y no se requiera flexibilidad [13].

- **ANSI/TIA-606-C (Norma de Administración para Infraestructura de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales)**

Establece los esquemas para una administración uniforme de los componentes del cableado estructurado relacionado con la presentación, recolección y organización de los datos [18]. Para la identificación de los componentes del cableado estructurado se utiliza una etiqueta por cada elemento. Ya sea en el cableado horizontal o vertical, se colocará una etiqueta adhesiva en cada extremo sujeta firmemente al cable y siguiendo la terminación de *hardware* para su nomenclatura. Si existen ubicaciones intermedias también es recomendable etiquetarlas. Para la planificación e instalación de la red se elaboran planos donde se indica la ubicación y el tamaño de las rutas y recorridos del cableado con sus respectivas identificaciones [13].

## ❖ Elementos de un SCE

### ○ Cable UTP CAT 5e Furukawa

El cable UTP 5e es una versión mejorada del cable Cat 5 normado por TIA/EIA. Está conformado por 4 pares de hilos de cobre 24 AWG con un color específico, como se muestra en la Figura 1.4. Fue diseñado para soportar velocidades de hasta 1000 Mbps y distancias máximas de 100 m. En este tipo de cable se usa un conector RJ 45, el cual está formado por 8 pines, como se visualiza en la Figura 1.5; para su conexión adecuada hay que tomar en cuenta la norma EIA/TIA 568A / B [19]. En la Tabla 1.1 se detallan las características del cable UTP Cat 5e.



Figura 1.4 Cable UTP Cat 5e [19]

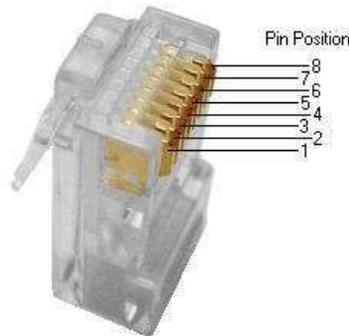


Figura 1.5 Conector RJ45 [20]

Tabla 1.1 Características cable UTP Cat 5e Furukawa [21]

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
<b>Descriptivo</b>	Conductor de cobre desnudo cubierto por polietileno termoplástico adecuado. Los conductores son trenzados en pares. Compuesto por materiales cumpliendo con la directiva europea RoHS ( <i>Restriction of the use of Certain Hazardous Substances</i> )
<b>Normas aplicables</b>	ANSI/TIA-568-C.2, ISO/IEC 11801

<b>Conductor</b>	Cobre desnudo con diámetro nominal de 24 AWG
<b>Aislamiento</b>	Polietileno de alta densidad con diámetro nominal 0,94 mm
<b>Resistencia de aislamiento</b>	10000 MΩ/Km
<b>Cantidad de pares</b>	4 pares 24 AWG
<b>Núcleo</b>	Los cuatro pares son reunidos con paso adecuado, formando el núcleo del cable
<b>Blindaje</b>	No blindado (U/UTP)
<b>Grado de flamabilidad</b>	IEC: 60332-1
<b>Temperatura de instalación</b>	0°C hasta 50°C
<b>Temperatura de operación</b>	-20°C hasta 60°C

- **Rack Connection 6UR**

Es una estructura metálica, como se muestra en la Figura 1.6, que brinda seguridad cuyo objetivo es alojar en su interior dispositivos tecnológicos como *switches*, *routers*, entre otros. Cuenta con un sistema de cierre por llave para evitar cualquier manipulación por personal no autorizado y se puede anclar a la pared. Un *rack* permite montar una red de cableado estructurado [22]. En la Tabla 1.2 se detallan las características del *rack Connection*.



**Figura 1.6** *Rack Connection* [22]

**Tabla 1.2** Características *Rack Connection* 6UR [23]

Parámetro	Especificación
<b>Normativa</b>	ANSI / EIA RS-310-D, IEC297-2, DIN41491, PART1, DIN41494
<b>Grado de protección</b>	IP20
<b>Dimensiones (ancho x profundidad x alto)</b>	(600X450X368) mm
<b>Características técnicas</b>	Estructura del marco, carga máxima de 132 lb (60 Kg)
	Puerta lateral de apertura rápida fácil de mantener
	Ruta de cables superior e inferior
	Tipo de instalación en pared y soporte
	Montaje en pared cómodo y rápido
	Una bandeja de 11" (280 mm)
<b>Sistema de ventilación</b>	Un ventilador con motor axial de 120 mm (4,7") de 110 V.
<b>Acabados</b>	Decapado con ácido, prevención de oxidación y parkerización, limpieza con agua pura, pintura plástica de electricidad estática
<b>Material</b>	Acero laminado en frío de calidad SPCC

○ **Switch TP-LINK SG1008**

Este dispositivo permite que la red utilice la tecnología *Gigabit Ethernet* con un reducido consumo de energía eléctrica. En la Figura 1.7 se muestra el *switch* TP-LINK SG1008. En la Tabla 1.3 se observa las características del equipo.



**Figura 1.7** *Switch* TP-LINK SG1008

**Tabla 1.3** Características *switch* TP-LINK SG1008 [24]

Parámetro	Especificación
<b>Interface</b>	8 puertos RJ45 10/100/1000 Mbps Negociación automática / Auto MDI / MDIX
<b>Suministro de energía externa</b>	100-240 VAC, 50/60 Hz
<b>Ventilación</b>	Sin ventilación
<b>Dimensiones (Largo x Ancho x Alto)</b>	11,6 x 7,1 x 1,7 in. (294 x 180 x 44 mm)
<b>Método de Transferencia</b>	Almacena y envía
<b>Tabla de Direcciones de MAC</b>	8k
<b>Funciones de Servicio</b>	Control de flujo 802.3x, la contrapresión <i>Auto-Uplink</i> cada puerto
<b>Certificación</b>	FCC, CE, RoHS
<b>Contenido del paquete</b>	<i>Gigabit Switch</i> de 8 puertos de escritorio Adaptador de corriente Guía del usuario
<b>Requisitos del Sistema</b>	Microsoft® Windows® 98SE, NT, 2000, XP, VistaT o Windows 7, MAC® OS, NetWare®, UNIX® o Linux.
<b>Ambiente</b>	Humedad de funcionamiento: 10% ~ 90% sin condensación Humedad de almacenamiento: 5% ~ 90% sin condensación

### Sistema de intercomunicador en video IP

El sistema de intercomunicación consiste en un conjunto de dispositivos que permiten la comunicación audiovisual de una forma inteligente dentro de una comunidad. Sus funciones son videointercomunicación, videollamada de residente a residente, visualización en vivo de video en alta definición, control de acceso, sistema de tarjeta única, conexión de ascensores, alarma de zona de 8 canales, información de alerta y mensajes a los visitantes [1].

#### ❖ Distribuidor de audio y video DS-KAD612 Hikvision

En la Figura 1.8 se muestra el distribuidor DS-KAD612; está diseñado para funcionar con videoporteros y paneles que operan en Hikvision IP. El dispositivo permite soportar y alimentar hasta 12 paneles internos o videoporteros. Los dispositivos conectados

directamente al distribuidor DS-KAD612 se alimentan con la tensión de 24 VDC a través de los cables de conexión UTP cat. 5e [25]. En la Tabla 1.4 se muestran las características.



**Figura 1.8** Distribuidor de audio y video DS-KAD612 [25]

**Tabla 1.4** Especificaciones distribuidor de audio y video DS-KAD612 [25]

Parámetro	Especificación
Número de puertos	12 + 2 x <i>Uplink</i>
Compatibilidad	Videoporteros Hikvision IP
Alimentación	220 VDC
Carcasa	Metal, se puede montar en la pared
Temperatura de funcionamiento	-30°C -70°C
Peso	1,55 Kg
Dimensiones	269 x 119 x 102 mm

#### ❖ Estación de puerta DS-KD3002-VM

En la Figura 1.9, el videoportero se instala en una carcasa de empotrar. Cuenta con una interfaz de red, por lo que se puede combinar con sistemas basados en el *software* iVMS-4200 [26] [1]. En la Tabla 1.5 se muestran las especificaciones de la estación de puerta.



**Figura 1.9** Estación de Puerta [1]

**Tabla 1.1** Especificaciones de la estación de puerta DS-KD3002-VM [1] [26].

Parámetro	Especificación
Convertidor	1,3 Mpx HD CMOS
Pantalla	3,5" TFT LCD, 480 x 320 px
Método de compresión de imágenes	H.264
Resolución de video	1280 × 720
Velocidad de fotogramas de vídeo	PAL: 25 fps, NTSC: 30 fps
Iluminador LED	Sí
Compatibilidad	Videoporteros Hikvision IP
RS-485	Sí
Ethernet	10/100/1000 Base-TX
Categoría de UTP	UTP cat. 5e
Algunas características	Lector de proximidad incorporado - <i>MIFARE</i> 13,56 MHz, 2500 usuarios indexados
	Interfaz <i>Wiegand</i>
	Teclado incorporado
	Comunicación bidireccional
	Micrófono integrado
	Altavoces incorporados
	Envío de mensajes de alarma a la estación <i>master</i> automáticamente o después de introducir el código de coacción para abrir la puerta.
	Envío automático de las imágenes capturadas a FTP o al cliente
	Detección de manipulación - remoción de la superficie de montaje- protección contra manipulación
	Entradas / salidas de alarma : 4 / 2
Puerto USB 2.0	
Posibilidad de gestión a través del PC - aplicación <i>iVMS-4200</i>	
Temperatura de funcionamiento	-40°C a 0°C
Alimentación	12 VDC / 1,25 A
Consumo de energía	≤ 15 W
Carcasa	Aluminio

<b>Color</b>	Plata
<b>Peso</b>	1,646 Kg
<b>Dimensiones (largo x ancho x profundidad)</b>	357 x 124 x 55 mm
<b>Idiomas compatibles</b>	Polaco, inglés, checo, francés, español, holandés, alemán, portugués, ruso

#### ❖ Estación interior de video DS-KH6310-WL

En la Figura 1.10, el panel DS-KH6310-WL está diseñado para crear un sistema simple y eficaz de comunicación local. El dispositivo funciona con videoporteros y otros paneles que operan en Hikvision IP. También se puede utilizar como un simple panel de control de alarma o módulo de notificación de 2 entradas de alarma por el soporte. El dispositivo es completamente configurable a través del software iVMS4200. Además, el dispositivo puede trabajar con la aplicación Hik-Connect para dispositivos móviles [27]. En la Tabla 1.6 se encuentran las especificaciones de la estación interior DS-KH6310-WL.



**Figura 1.10** Estación interior de video [2]

**Tabla 1.6** Especificaciones estación interior DS-KH6310-WL [2] [27]

Parámetro	Especificación
<b>Compatibilidad</b>	Videoporteros Hikvision IP
<b>Pantalla</b>	7" pantalla táctil capacitiva color TFT LCD
<b>Resolución</b>	800 x 480
<b>Tasa de compresión de audio</b>	64 Kbps
<b>Memoria interna</b>	256 MB (incorporada)
<b>Características principales</b>	MÓDULO Wi-Fi - IEEE 802.11 b/g/n
	Micrófono integrado

continúa

	Altavoces incorporados
	Comunicación bidireccional
	Ajuste continuo de los parámetros del monitor: brillo, volumen del timbre y volumen de la conversación
	Captura automática y almacenamiento de imágenes después de pulsar el botón del timbre
	Soporte para cámaras IP Hikvision
	Capacidad de comunicación directa entre dos o más paneles
	El dispositivo es completamente configurable a través del <i>software</i> iVMS4200.
	Además, el dispositivo puede trabajar con la aplicación Hik-Connect para dispositivos móviles
<b>Control</b>	Botones grandes y legibles + pantalla táctil capacitiva
<b>Entradas de alarma</b>	2
<b>Alimentación</b>	12 <u>VDC</u> / 830 mA - 24 V PoE
<b>Color</b>	Blanco
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-10°C a 55°C
<b>Peso</b>	0,37 Kg
<b>Dimensiones(largo x ancho x profundidad)</b>	197 x 133 x 28 mm
<b>Idiomas compatibles</b>	Polaco, inglés, checo, francés, español, holandés, alemán, portugués, italiano

## Sistema abre puertas

### ❖ Cerradura eléctrica

Se trata de un dispositivo de seguridad formado por un electroimán de apertura, como se puede observar en la Figura 1.11. Su funcionamiento se basa en suministrar una corriente eléctrica mediante un pulso para accionar al electroimán y permitir que la puerta se abra a distancia. Además, debe instalarse junto con un dispositivo de cierre automático donde se controla la velocidad del cierre, tal y como se ilustra en la Figura 1.12 [28].



**Figura 1.11** Chapa eléctrica [28]



**Figura 1.12** Instalación completa de la chapa eléctrica [28]

#### ❖ Brazo hidráulico

En la Figura 1.13 se observa un brazo hidráulico que es un elemento diseñado para cerrar efectiva y suavemente una puerta sin ruidos molestos, cumplen la función de cerrar la puerta sin necesidad de que sea empujada. Estos dispositivos automáticos, acompañados de cerraduras eléctricas y lectores de tarjetas o de huella, conforman un efectivo control de acceso. El brazo cierra puerta está diseñado para diferentes tipos de puertas, según el volumen de tráfico peatonal y de acuerdo al nivel de seguridad. La instalación de este dispositivo es en la parte superior de la puerta, haciendo siempre fuerza hacia el cierre [29].



**Figura1.13** Brazo hidráulico [29]

## 2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto se empleó una investigación aplicada, la cual se dividió en las siguientes etapas, resumidas en la Figura 2.1.

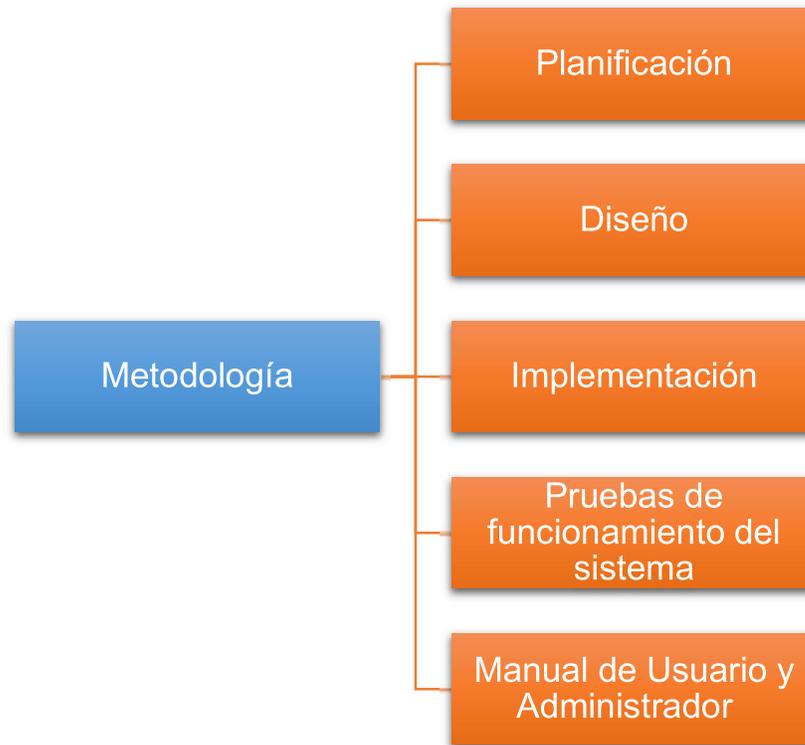


Figura 2.1 Metodología

### 2.1. Planificación

Para la elaboración del proyecto se tuvo reuniones con la directora del mismo, en las cuales se dieron a conocer la consistencia del proyecto y su alcance, además de los requerimientos necesarios para su implementación, y el horario en el que se llevaría a cabo el proyecto. Además, se estableció el cronograma de trabajo y las actividades a ser desarrolladas, entre estas: el reconocimiento y medición del área de trabajo, reuniones con proveedores, análisis de elementos requeridos y soluciones disponibles en el mercado, diseño de la solución, implementación de cableado estructurado, configuración de dispositivos y de *software* en el servidor, instalación del sistema, pruebas de funcionamiento y desarrollo de la documentación.

## **2.2. Diseño**

En esta etapa se realizó un plano en el *software* Autocad, determinando la ruta física para vincular la red de la EPN (*switch* DGIP, *rack* 6 ESFOT) con el sistema a implementar. A su vez, se determinó las rutas para el paso del cable hacia los puntos de acceso de los equipos necesarios para la implementación del sistema. Por otro lado, se gestionó la asignación de las direcciones IP dentro de la red de la EPN, por lo cual se solicitó una red extendida (VLAN). Finalmente, se elaboró un análisis para seleccionar los equipos a utilizar en la elaboración del proyecto y se realizó una lista de los materiales necesarios para la implementación.

## **2.3. Implementación**

En esta etapa se solicitó los permisos necesarios para la vinculación del proyecto con la red de la EPN, como la habilitación de los puertos de red necesarios. También se adquirió el material y los equipos necesarios para el desarrollo del proyecto. Además, se procedió a la implementación del cableado estructurado con su respectivo etiquetado, colocación y configuración de equipos del sistema de intercomunicación con sus respectivas protecciones, instalación de la cerradura eléctrica y vinculación del sistema con la aplicación HIK-CONNECT.

## **2.4. Pruebas de funcionamiento del sistema**

En esta etapa se realizó pruebas de continuidad en el cableado y pruebas del funcionamiento con los equipos físicamente colocados, instalados y configurados. Además, se realizó pruebas para comprobar la operatividad del sistema con la aplicación HIK-CONNECT.

## **2.5. Manual de Usuario y Administrador**

En esta etapa se describió de forma detallada el manejo de los equipos y las configuraciones que tanto el usuario como el administrador pueden realizar.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis y determinación de los requerimientos necesarios para la implementación del sistema.

Para la instalación del sistema de intercomunicador en video IP en la zona C de las oficinas de la ESFOT, fue necesario realizar una inspección en el interior de los cuatro cubículos del área de oficinas 4 (24-27), y en su respectivo techo, en el cual, se determinó y señaló las áreas de acceso para la instalación del cableado estructurado y equipos. Se tomó en cuenta las características de la infraestructura del lugar; es decir, el material con el cual están fabricadas las paredes y techo, para de esta manera evitar la existencia de obstáculos al momento de canalizar el cableado y la colocación de equipos. Finalmente, se estableció los requerimientos relevantes en el sistema, que se resumen en la Figura 3.1.

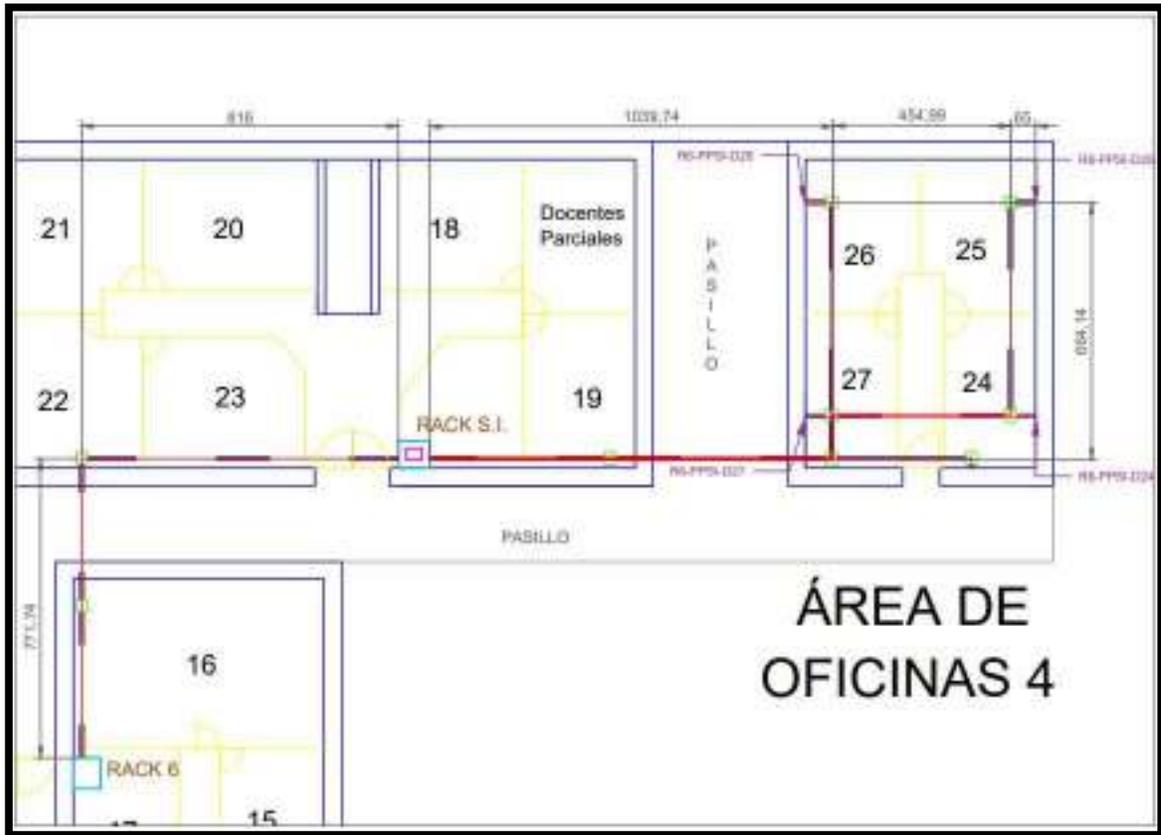


**Figura 3.1** Requerimientos para la implementación del sistema

##### **Selección de cable**

Para la instalación de un sistema de intercomunicador en video IP se usa exclusivamente cable de cobre, y en concreto en este proyecto se utilizó cable UTP debido a las ventajas y beneficios que brinda en cuanto a costos, flexibilidad y rendimiento. Además, se tomó en

cuenta los estándares, dado que, para la transmisión de video y voz a distancias largas lo más viable es usar cable UTP ya que trabaja sin ningún inconveniente hasta distancias de 100 m y en el caso de la zona C, el trecho más largo es de 22 metros que corresponde al cable que va desde el *rack* SI hasta la oficina 25, como se observa en la Figura 3.2.



**Figura 3.2** Distancia del cable en el área de Oficinas 4

En cuanto a la categoría del cable UTP para la implementación del cableado horizontal, se utilizó categoría 5e, el cual está formado por 4 pares de hilos de cobre 24 AWG y trabaja a velocidades de hasta 1000 Mbps a distancias máximas de 100 m [19]. Para analizar si era suficiente la capacidad y velocidad del cable UTP cat 5e, fue necesario calcular la velocidad de transmisión del sistema de intercomunicación y poder así conocer la cantidad de tráfico en la red considerando el peor escenario; es decir, cuando todas las estaciones interiores estén funcionando simultáneamente. Se tomó en cuenta las características técnicas tanto de la estación de puerta como de las estaciones interiores, fundamentalmente los parámetros de velocidad de grabación o FPS, la resolución, la calidad de video, el tipo de compresión y el porcentaje de actividad de la escena [30].

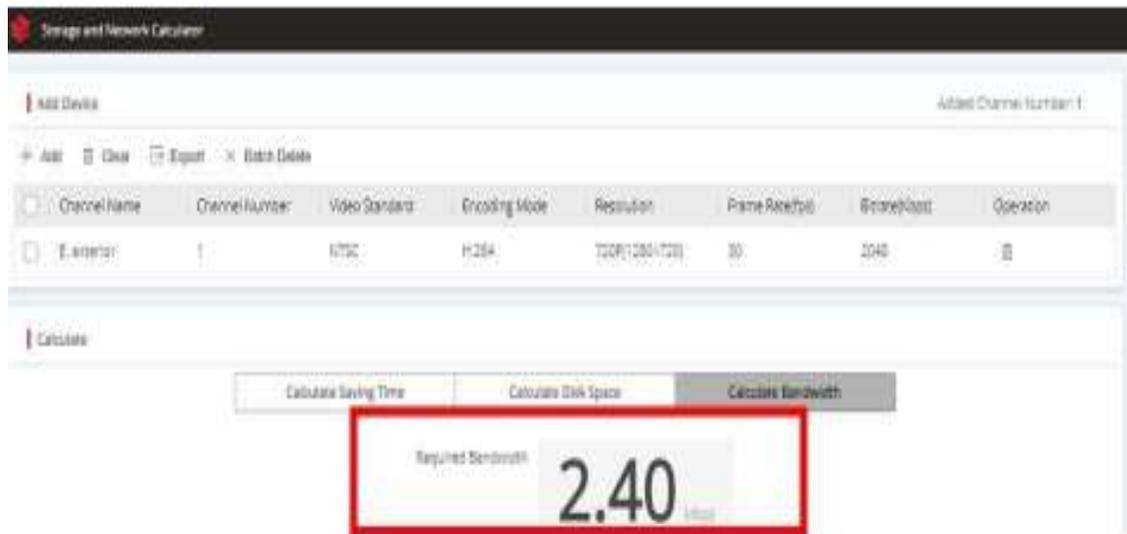
Se tiene los siguientes datos en base a las especificaciones técnicas de la estación de puerta exterior:

Velocidad de grabación= 30 FPS [26]  
Calidad de video= 1280 x 720 píxeles [26]  
Tasa de compresión de audio= 64 Kbps [26]

Respecto a las especificaciones técnicas de la estación interior de video se tiene el siguiente parámetro:

Tasa de compresión de audio= 64 Kbps [27]

Para el cálculo de la velocidad de transmisión necesaria para la transferencia de video, se tomó en cuenta el estándar de compresión H.264 que utiliza la estación de puerta exterior para la resolución del video aproximadamente de 1 MP. La marca de los equipos utilizados, Hikvision, dispone en su página *web* oficial una herramienta que permite realizar el cálculo de velocidad necesaria para transmitir video a una estación interior de video, teniendo el resultado que se muestra en la Figura 3.3.



**Figura 3.3** Calculadora de velocidad de transmisión de video online de Hikvision

En cuanto al porcentaje de actividad, se estima que es del 80% ya que se considera que la mayor actividad será cuando haya personas en la EPN. El horario de apertura de la EPN es de 7:00 am a 21:00 pm; por lo tanto, habrá 14 horas de funcionamiento alto de los equipos, y

esto corresponde al 70% de actividad al cual se le añade un margen del 10% para garantizar la confiabilidad de los cálculos, como se observa en la Ecuación 3.1.

$$V_{tx_{VT}} = 2,4 \text{ Mbps} * 80\% = 1,92 \text{ Mbps}$$

**Ecuación 3.1** Velocidad de transmisión total de video con margen

Para el cálculo del tráfico de audio, los *datasheets* de ambos equipos indican que tiene una tasa de compresión de 64 Kbps, siguiendo el estándar de compresión G.711 U. Tomando en cuenta las 4 estaciones interiores de video, se obtiene la velocidad de transmisión calculada mediante la Ecuación 3.2:

$$V_{tx_{AI}} = 64 \text{ Kbps} * 4 = 0,256 \text{ Mbps}$$

**Ecuación 3.1** Velocidad de transmisión total del audio en las estaciones interiores

Para obtener la velocidad de transmisión total en el peor de los casos, que corresponde cuando estén en funcionamiento las 4 estaciones interiores de video y la estación de puerta exterior, se tendría la velocidad calculada mediante la Ecuación 3.3:

$$V_{tx_T} = 1,92 \text{ Mbps} + 0,256 \text{ Mbps} + 0,064 \text{ Mbps} = 2,24 \text{ Mbps}$$

**Ecuación 3.2** Velocidad de transmisión total de todo el sistema

$$V_{tx_T} \ll 1000 \text{ Mbps}$$

Dado que el requerimiento para la transmisión de audio y video del sistema es de 2,24 Mbps y este valor es inferior a la capacidad del cable considerado, entonces, se concluye que el cable empleado es suficiente según la cantidad de tráfico soportado por la red e incluso permite la adición de más estaciones interiores y a su vez el sistema contará con una excelente calidad de audio y video en tiempo real.

### **Selección de estación de puerta del sistema de intercomunicador de video IP**

La marca HIKVISION ofrece varios modelos de estación de puerta disponibles en el mercado, los modelos son: DS-KD3002-VM y DS-KD8002-VM. En esta fase del proyecto se realizó un análisis comparativo entre los dos modelos que ofrece el fabricante en el mercado ecuatoriano; dicho resumen se presenta en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1** Comparación de modelos de estación de puerta HIKVISION [1]

Parámetro	DS-KD3002-VM	DS-KD8002-VM
<b>Convertidor</b>	1,0 Mpx CMOS	1,3 Mpx CMOS
<b>Pantalla</b>	3,5" TFT LCD, 480 x 320 px	3,5" TFT LCD, 480 x 320 px
<b>Método de compresión de imágenes</b>	H.264	H.264
<b>Iluminador LED</b>	✓	✓
<b>Compatibilidad</b>	Videoporteros Hikvision IP	Videoporteros Hikvision IP
<b>Ethernet</b>	10/100/1000 Base-TX	10/100/1000 Base-TX
<b>Categoría de UTP</b>	UTP cat. 5e	UTP cat. 5e
<b>Algunas características</b>	Lector de proximidad incorporado - MIFARE 13,56 MHz, 2500 usuarios indexados	Lector de proximidad MIFARE 13,56 MHz incorporado, 2500 usuarios indexados
	Interfaz <i>Wiegand</i> .	Interfaz <i>Wiegand</i>
	Comunicación bidireccional	Comunicación bidireccional
	Micrófono integrado	Micrófono integrado
	Envío automático de las imágenes capturadas a FTP o al cliente	Envío automático de las imágenes capturadas a FTP o al cliente
	Entradas/salidas de alarma: 4 / 2	Entradas/salidas de alarma: 4 / 2
	Puerto USB 2.0	Puerto USB 2.0
<b>Alimentación</b>	12 VDC / 1,25 A	12 VDC / 1,25 A
<b>Consumo de energía</b>	≤ 15 W	≤ 15 W

De acuerdo al análisis de los modelos de estación de puerta, se determinó que el modelo DS-KD3002-VM cumple con las especificaciones técnicas y cubre las necesidades de comunicación estudiante-docente, calidad de voz y video en tiempo real, costos, seguridad y acceso a través de tarjetas.

### **Selección de estación interior del sistema de intercomunicador de video IP**

Para este proyecto se emplea una estación interior que sea compatible con la estación de puerta DS-KD3002-VM, que en el ítem anterior se seleccionó para no tener inconvenientes

con su funcionamiento; por lo cual, en la marca HIKVISION el modelo de la estación interior a usar es DS-KH6310-WL. Esta sección permite realizar una comunicación audiovisual entre estudiante-docente.

### **Selección de cerradura eléctrica**

Para la selección de la cerradura eléctrica se tomó en cuenta la fuente de alimentación a la que trabajan los equipos del sistema de intercomunicador IP. Se procedió a utilizar en el sistema una cerradura eléctrica que trabaja con una fuente de alimentación a 12V y que se encuentre disponible en el mercado.

### **Selección de la fuente de alimentación**

De acuerdo a la selección de los equipos a utilizar en el sistema de intercomunicación en video IP, las fuentes de alimentación apropiadas son a un voltaje de 12V con una corriente de 1,5 A.

## **3.2. Diseño del sistema de intercomunicación en video IP Hikvision.**

En base a la inspección y a la definición de las áreas de acceso, se procedió a realizar el diseño del sistema en dos secciones:

- Diseño de red
- Diseño del sistema intercomunicador IP

### **Diseño de Red**

Es necesario contar con una red del sistema de intercomunicador en video IP y esta a su vez vincularla a la red de la EPN, ver Anexo II.

#### **❖ Topología Física y Lógica de la Red**

La topología física y lógica que emplea el sistema de intercomunicador en video IP, se define como una red de tipo estrella, debido a que se agregó un *switch* de acceso para las estaciones interiores y estación de puerta, con la finalidad de que se conecten y conmuten con la red de distribución y el núcleo de red de la DGIP. A continuación, en la Figura 3.4 se observa la topología de la red a utilizar exclusivamente para el sistema de intercomunicación en video

IP del área de oficinas 4 de la ESFOT y su correspondiente conexión hacia la red de la EPN. Cabe indicar que las direcciones IP mostradas son referenciales, por temas de seguridad.

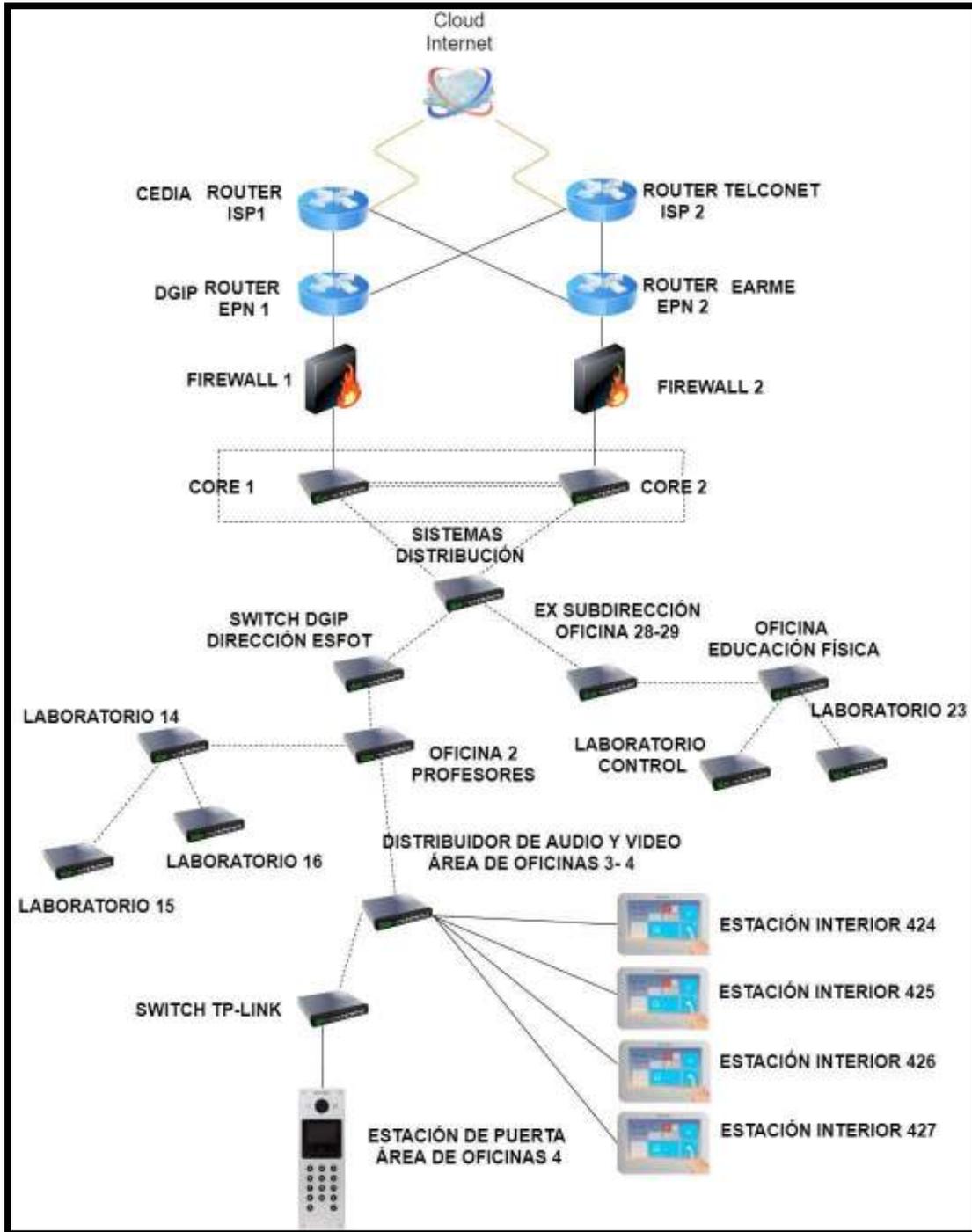


Figura 3.4 Topología de la red

❖ **Direccionamiento IP**

El direccionamiento IP del sistema de intercomunicación en video IP se realizó de acuerdo con la VLAN gestionada y asignada por la DGIP, la cual fue 192.168.1.0 con máscara

255.255.255.192, perteneciente a la red de la EPN. En la Tabla 3.2 se detallan las direcciones IP asignadas a cada equipo; hay que tomar en cuenta que los datos presentados son ficticios por motivos de seguridad.

**Tabla 3.2** Direcciones IP de los Equipos

Equipo	IP	Máscara	Gateway
<b>Estación de puerta Oficina 4</b>	192.168.1.4	255.255.255.192	192.168.1.1
<b>Estación interior 424</b>	192.168.1.24	255.255.255.192	192.168.1.1
<b>Estación interior 425</b>	192.168.1.25	255.255.255.192	192.168.1.1
<b>Estación interior 426</b>	192.168.1.26	255.255.255.192	192.168.1.1
<b>Estación interior 427</b>	192.168.1.27	255.255.255.192	192.168.1.1

❖ **Cableado Estructurado**

En la Figura 3.5 se puede visualizar un plano en donde se muestra los puntos de la caja de distribución principal, caja de distribución para cada equipo y conexiones hacia los equipos, correspondiente al área de oficinas 4. Ver Anexo III.



**Figura 3.5** Plano cableado de red

De acuerdo con el plano de la Figura 3.5, los equipos e insumos necesarios para la implementación del sistema se muestran a continuación en la Tabla 3.3

**Tabla 3.3** Elementos de Cableado Estructurado

Descripción	Funcionalidad
<b>Cajetín metálico cuadrado 12x12</b>	Ayuda en la canalización del cable de red.
<b>Tapa 12x12 Dexson metálico</b>	Protección de los cables de red.
<b>Caja de paso 20x20x10</b>	Caja principal para bajar los cables al <i>rack</i> ubicado en el área de oficinas 3.
<b>Manguera metálica BX 1"</b>	Protege el cable para evitar rupturas o manipulación. Principalmente usado para llevar los cables hasta la caja de paso.
<b>Manguera metálica BX 1/2"</b>	Protege el cable para evitar rupturas o manipulación. Principalmente usado para llevar cada cable hasta su punto de acceso.
<b>Conector metálico recto BX 1" TW</b>	Permite la conexión entre cajetines a través de la manguera metálica BX.
<b>Conector metálico recto BX 1/2" TW</b>	Permite la conexión entre cajetines a través de la manguera metálica BX.
<b>Cable UTP CAT 5e</b>	Cableado de los equipos del sistema de intercomunicación en video IP. Permite la transmisión de datos y conectividad en una misma red.
<b>Conectores RJ45 UTP CAT 5e</b>	Necesarios para conectar dispositivos de red.
<b>Canaleta lisa</b>	Protección de exterior de cable UTP que baja desde el techo hasta las estaciones interiores en cada cubículo del áreas de oficinas 4.

Además, del plano desarrollado con una escala de 1:75 cuyas medidas se expresan en centímetros, se pudo calcular la cantidad de cable requerido, que corresponde a 50 metros. Ver anexo III.

### **Diseño del Sistema de Intercomunicador en video IP**

El sistema de intercomunicador en video IP está formado por la estación interior de video, estación de puerta y cerradura eléctrica. En la Figura 3.6 se muestra el esquema de conexión y en la Tabla 3.4 se detalla la función de cada equipo.

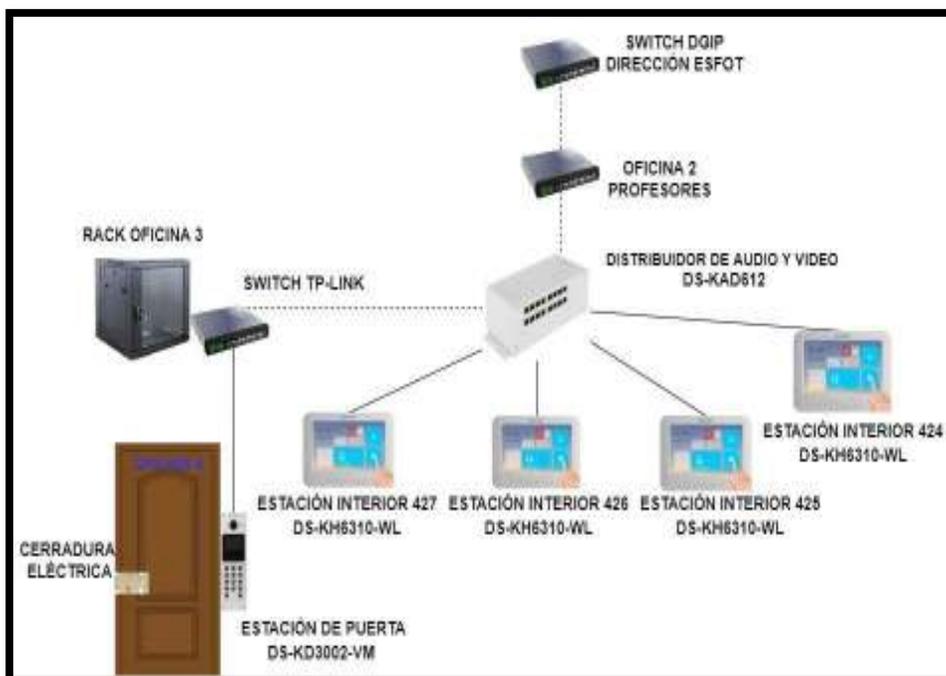


Figura 3.6 Esquema de conexión del sistema de intercomunicador en video IP

Tabla 3.4 Equipos del sistema de intercomunicador en video IP

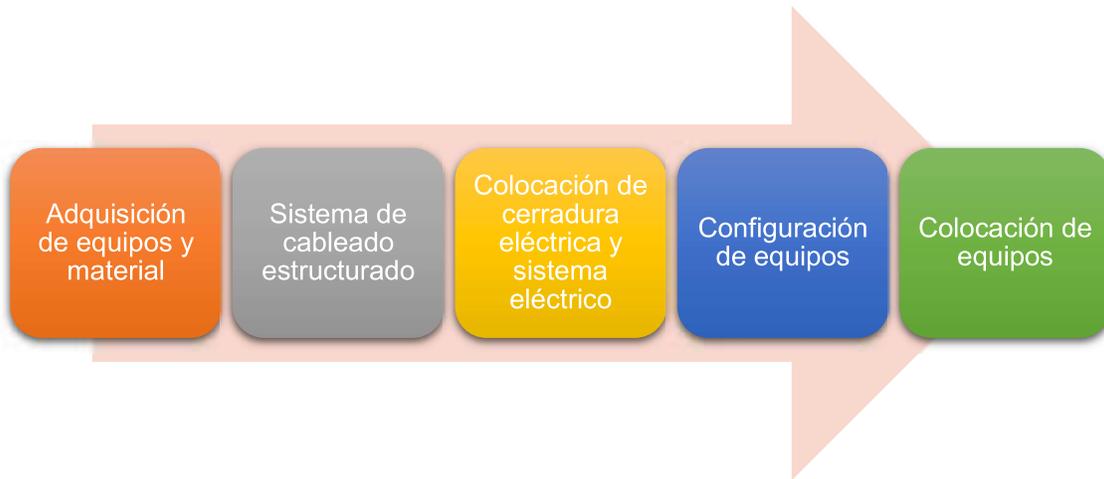
Equipo	Funcionalidad
<b>Estación de puerta DS-KD3002-VM</b>	Permite la intercomunicación con cada estación interior (424-427) dentro del área de oficinas 4. Por medio del lector de tarjetas MIFARE de este equipo, es posible el control de acceso a través de la cerradura eléctrica.
<b>Estación interior DS-KH6310-WL</b>	Permite tener una comunicación audiovisual con la estación de puerta y comunicación por voz estaciones interiores. Además, permite la función de acceso a los usuarios por medio de la cerradura eléctrica.
<b>Switch TP-LINK</b>	Permite la interconexión entre la estación de puerta y el Switch HIKVISION de la oficina 3-4.
<b>Distribuidor de audio y video DS-KAD612</b>	Interconecta las 4 estaciones interiores con el switch TP-LINK y el switch del área de oficinas 2 que se interconecta a la red de la EPN.

<b>Cerradura eléctrica</b>	Permite la apertura o el cierre de la puerta mediante un pulso eléctrico generado por la estación de puerta.
<b>Brazo hidráulico</b>	Permite mantener la puerta cerrada y a su vez evitar que esta se cierre de golpe, evitando que se ocasione daños tanto en la pared como al marco de la puerta.
<b>Rack</b>	Su función es alojar y refrigerar el <i>switch</i> TP-LINK y distribuidor de audio y video con sus respectivas conexiones. Permite mantener los equipos seguros de la manipulación de personal no autorizado.

Por otro lado, para la seguridad de los equipos es necesaria la instalación de una reja metálica que impida la sustracción y manipulación de la estación de puerta, ya que se encuentra en un lugar expuesto donde existe la circulación fluida de personas. Además, para una mejor manipulación de la estación de puerta por los usuarios, es conveniente colocar un letrero informativo a un lado de la misma, donde se indiquen las funcionalidades básicas de los botones del dispositivo; esto hasta conseguir la familiarización de los usuarios con el sistema. Para las estaciones interiores de video es indispensable contar con un soporte de pared para anclar los equipos sobre un lugar sólido y de fácil acceso para el docente.

### **3.3. Instalación del sistema y acoplamiento con la red de la EPN.**

La instalación del sistema de intercomunicación en video IP se realizó por etapas como se muestra en la Figura 3.7, en el orden que a continuación se detalla:



**Figura 3.7** Instalación del sistema de intercomunicación en video IP

### **Adquisición de equipos y material**

Se adquirió el material necesario para la instalación de la cerradura eléctrica, del sistema de intercomunicadores y cableado estructurado. La adquisición de los insumos se realizó a diferentes proveedores.

### **Sistema de Cableado Estructurado**

#### **❖ Cableado**

En la Figura 3.8 se puede visualizar el techo del área de oficinas 4, en el cual se implementó el sistema de cableado estructurado. Fue necesario improvisar un sistema de iluminación para facilitar el trabajo, ya que el lugar no contaba con luz eléctrica, ni luz natural.



**Figura 3.8** Techo oficina 4

Para empezar, se colocó un cajetín de paso por cada cubículo en el techo del área de oficinas 4, como se observa en la Figura 3.9. Se interconectó cada cajetín con manguera metálica BX

para la protección del cable, en el cual se empleó conectores, abrazaderas, entre otros elementos.



**Figura 3.9** Colocación de cajetines de paso, conexión de mangueras metálicas BX

Una vez colocadas las mangueras de protección y cajetines de acuerdo al plano de la Figura 3.3, se procedió a canalizar el cable UTP CAT 5e para llegar a cada área de acceso con 10 cm de remanente para futuras extensiones. Los recorridos del cableado son: desde la estación interior y estación de puerta hasta el *switch* TP-link y distribuidor de audio y video Hikvision ubicados en el *rack* del área de oficinas 3, como se muestra en la Figura 3.10; desde el distribuidor de audio y video Hikvision hasta el *switch* DGIP *rack* 6 del área de oficinas 2, como se ve en la Figura 3.11. Tanto el extremo del cable de la parte del *switch* como de cada dispositivo Hikvision cuenta con su respectivo etiquetado para una mejor gestión en caso de mantenimiento.



**Figura 3.10** Cableado hasta el *rack* área de oficinas 3



**Figura 3.11** Cableado hasta el *rack* 6 área de oficinas 2

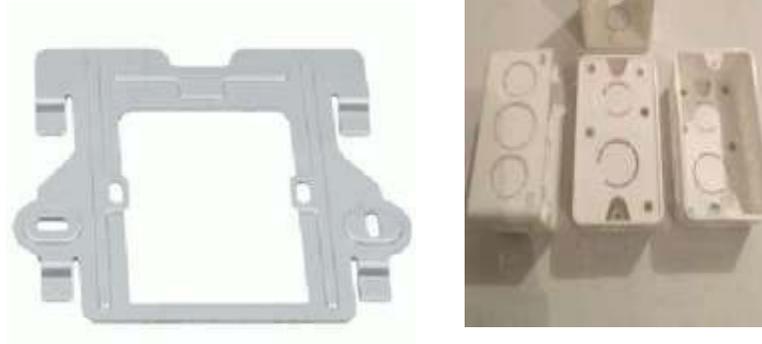
#### ❖ **Canaletas y Soporte de pared**

Por estética y protección del cable UTP, se colocó una canaleta en cada cubículo del área de oficinas 4, ver Figura 3.12. La canaleta baja desde el techo hasta la altura del área a ubicar la estación interior de video.



**Figura 3.12** Colocación de canaletas

Para la protección de la estación interior se colocó un soporte de pared, como el mostrado en la Figura 3.13, en cada uno de los cubículos.



**Figura 3.13** Soporte de pared para estación interior de video

#### ❖ Conectores

Se realizó el ponchado de los cables *Ethernet* con conectores RJ45 y de acuerdo al código de colores de la norma EIA/TIA 568B, como se observa en la Figura 3.14. Se optó por esa norma para adaptarse a las prácticas adoptadas por la DGIP en la red de la EPN.



**Figura 3.14** Ponchado de cables *Ethernet*

#### **Colocación de cerradura eléctrica y sistema eléctrico**

Se procedió a instalar un brazo hidráulico en la parte superior de la puerta para mantenerla cerrada, luego se continuó con la colocación e instalación de la cerradura eléctrica, ver Figura 3.15. La instalación eléctrica se la realizó en el techo del área de oficinas 4, el cable de corriente eléctrica se bajó y cubrió con canaletas.



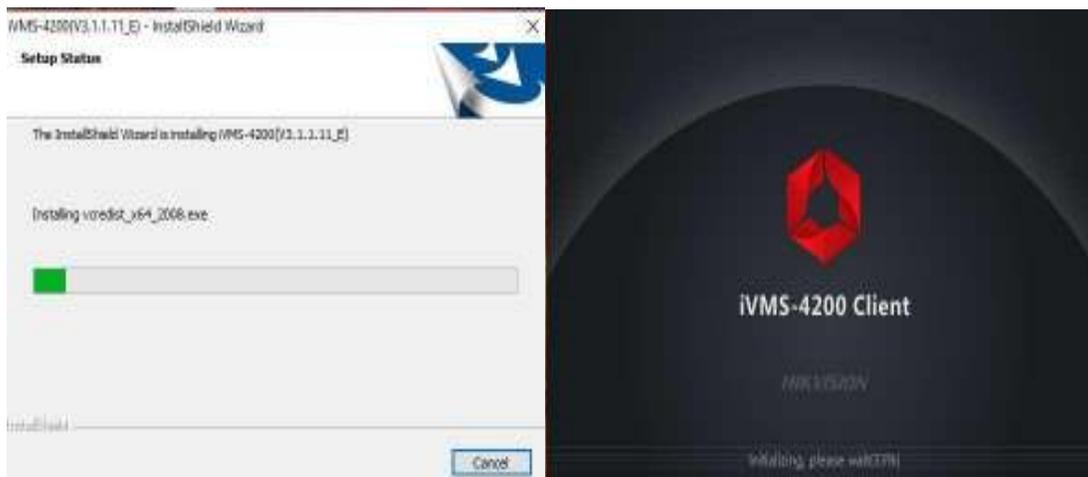
**Figura 3.15** Instalación de brazo hidráulico y chapa eléctrica

### **Configuración de equipos (estación de puerta y estación interior)**

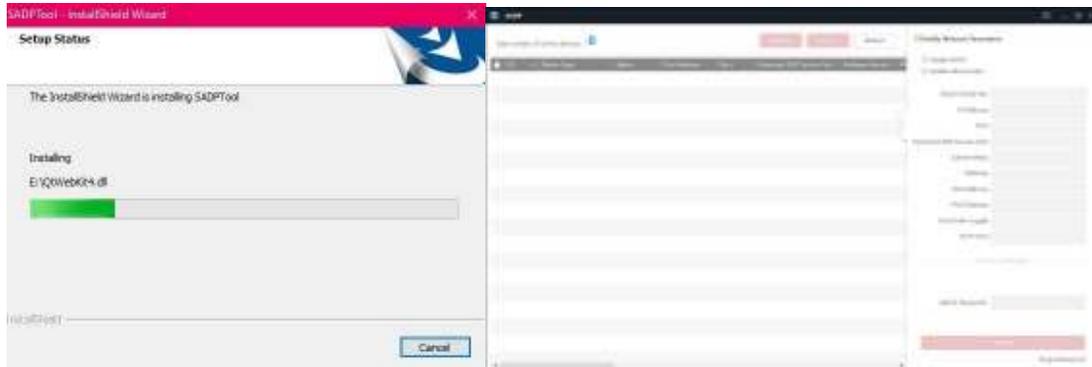
La configuración de los equipos, se realizó en el siguiente orden: instalación de *software*, configuración de la estación de puerta, configuración de la estación interior y configuración de tarjetas de acceso.

#### **❖ Instalación de *software***

Es necesario instalar tanto el *software* *iVMS4200*, ver Figura 3.16 como el programa *SADPTool*, ver Figura 3.17 para gestión y mantenimiento del sistema de intercomunicación Hikvision.



**Figura 3.16** Instalación *software* iVMS4200



**Figura 3.17** Instalación *software* SADPTool

Los equipos conectados dentro de la red, es decir estación de puerta y estación interior, se visualizan en la interfaz gráfica de *SADPTool* donde se procede a la asignación de direcciones IP, nombramiento del equipo, máscara de red, puerto HTTP, usuario y contraseña, como se observa en la Figura 3.18. En todos los dispositivos se habilitó el DHCP y la función Hik-Connect para la funcionalidad con la aplicación móvil.



**Figura 3.18** Creación de cuenta en SADPTool

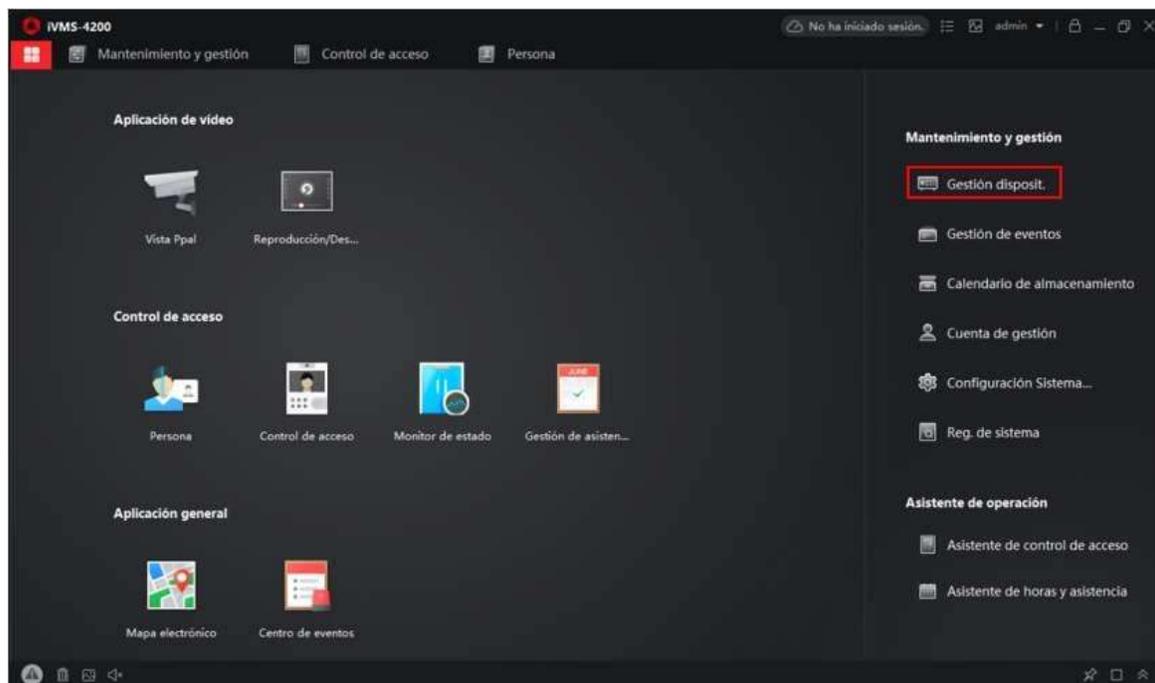
Para continuar con la configuración de los equipos dentro de la misma red , se tuvo que crear una cuenta. Es decir, un usuario y una contraseña, ver Figura 3.19.



**Figura 3.19** Creación de cuenta en IVMS

#### ❖ **Configuración de la estación de puerta**

Se ingresó a Gestión dispositivos del menú principal en la sección de *Mantenimiento y gestión*, ver Figura 3.20.



**Figura 3.20** Menú principal

Se muestran todos los dispositivos agregados en el *software* SADPTool, donde la estación de puerta fue nombrada Portero 4, ver Figura 3.21.

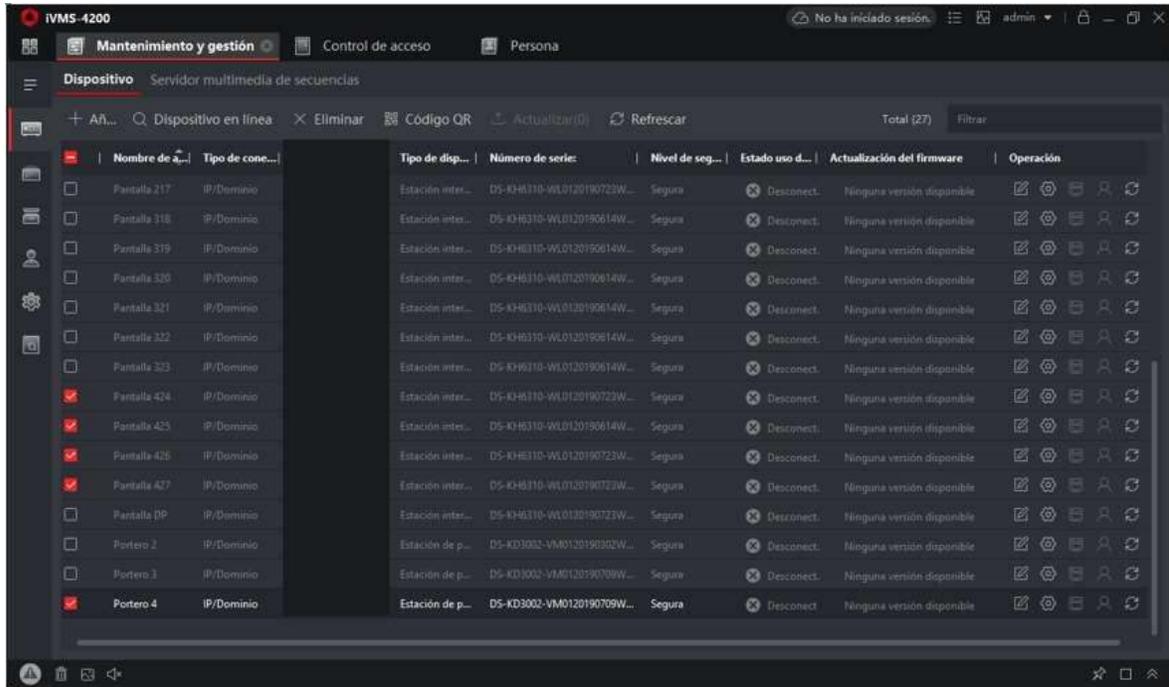


Figura 3.21 Pestaña Mantenimiento y gestión

Se seleccionó el dispositivo con nombre Portero 4 y en la sección de Operación se modificó  la sección *System < Time* para sincronizar el dispositivo con la zona horaria de Ecuador; finalmente, se actualizó los cambios seleccionando , ver Figura 3.22

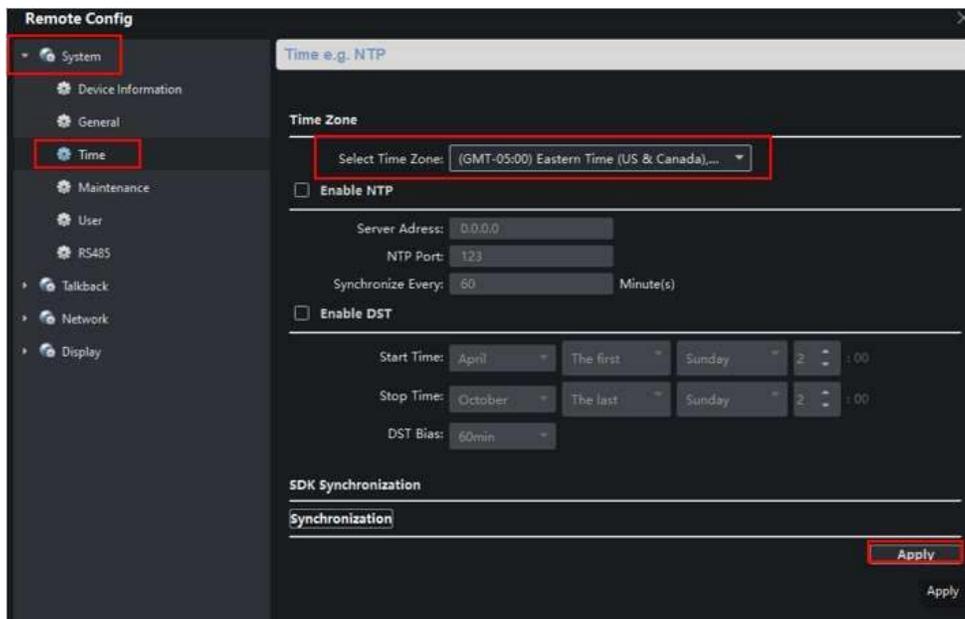


Figura 3.22 Cambio horario

Se eligió el idioma *español* en la sección *System*<*Maintenance* y se guardó los cambios dando clic en **Save**, ver Figura 3.23

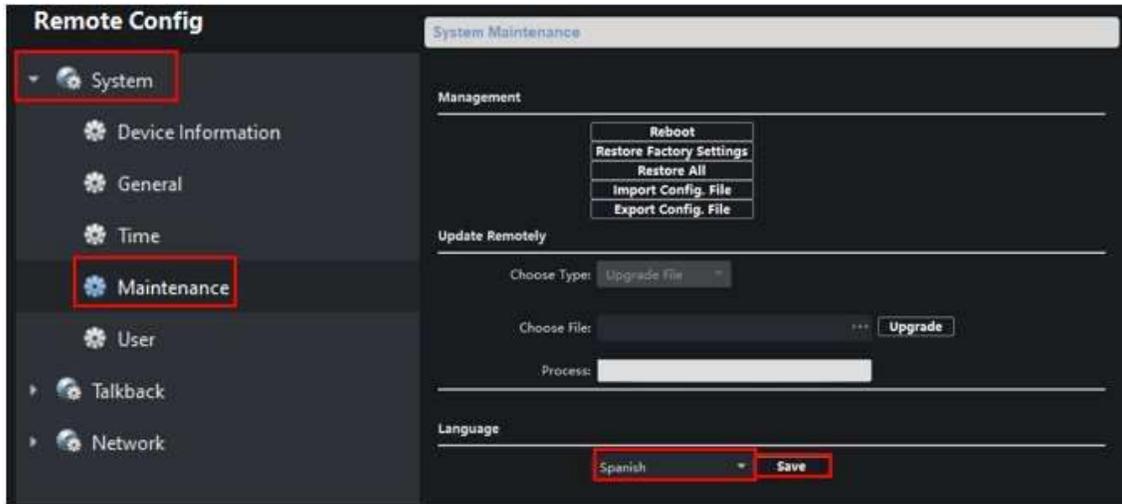


Figura 3.23 Selección del idioma

Se creó el directorio de contactos en la sección *Talkback*<*Room NO. Manage*. Para esto, primero se descargó la plantilla en Excel del propio programa dando clic en **Download Template**, ver Figura 3.24. Se abrió el archivo y se ingresaron los datos del nombre del dueño de la oficina en *Name* y la extensión correspondiente en *Room*, ver Figura 3.25. Luego, se procedió a guardar y cerrar el archivo. Finalmente, se regresó a la sección *Talkback*<*Room NO. Manage* y se importó el mencionado archivo de Excel en **Import File**

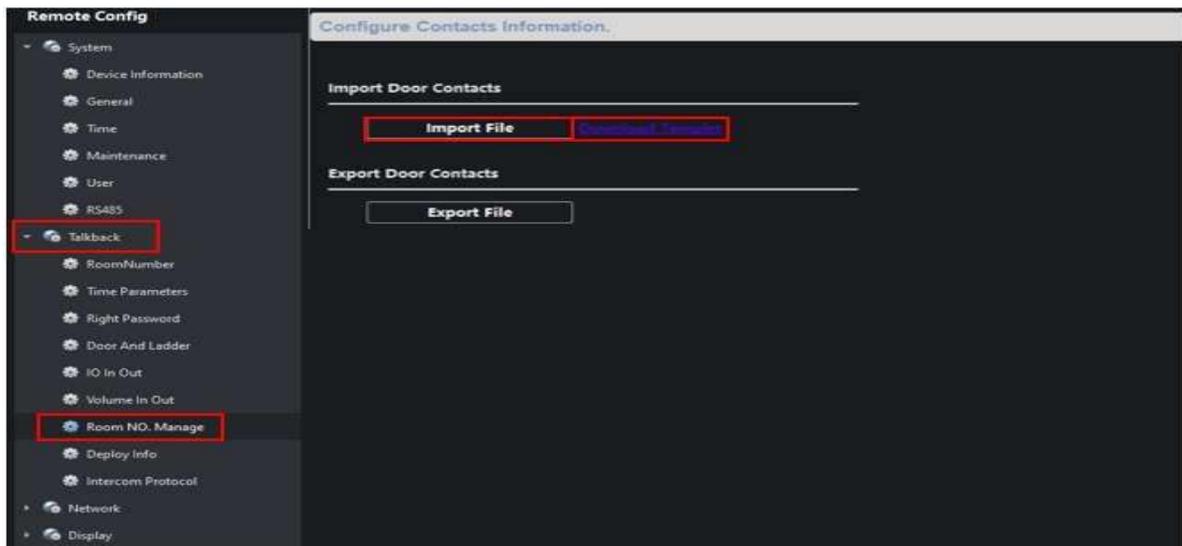
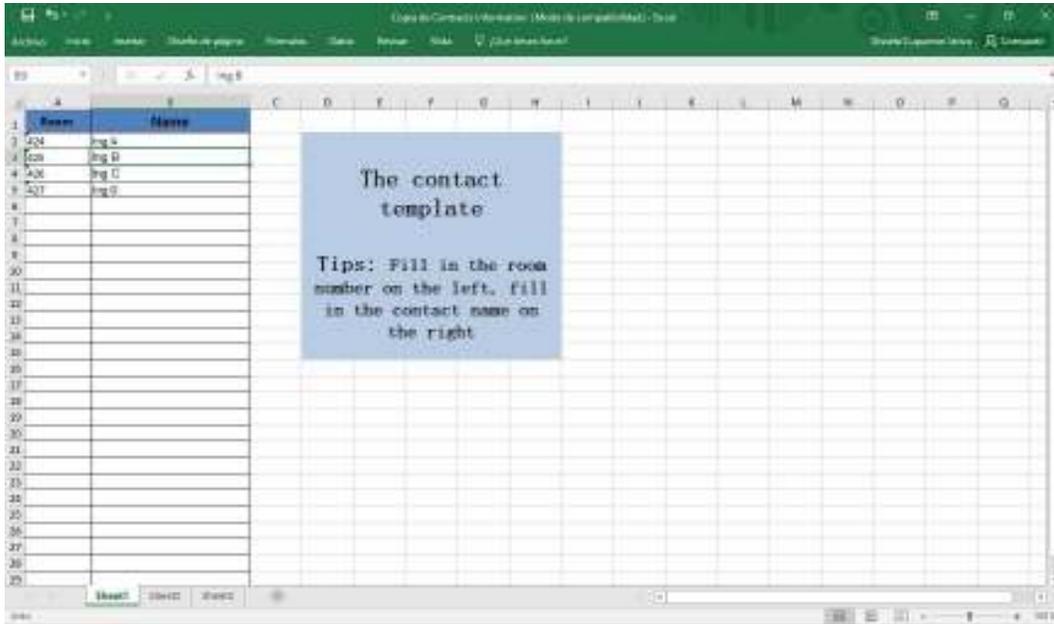


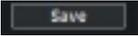
Figura 3.24 Creación del directorio



**Figura 3.25** Plantilla en Excel del directorio

Se verificó la dirección IP, máscara y DNS en la sección *Network*.

#### ❖ Configuración de la estación interior

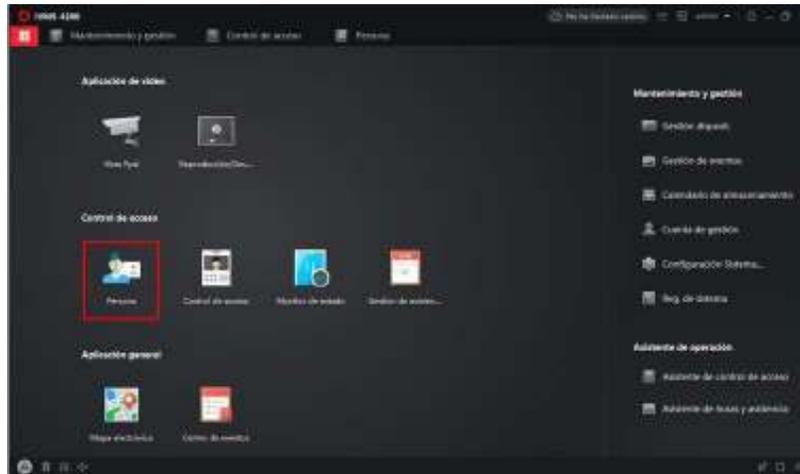
Al igual que la estación de puerta, en la parte de *Mantenimiento y gestión: Dispositivos*, se seleccionó la estación interior a configurar y se dio clic en . Las configuraciones de idioma y sincronización son las mismas que en la estación de puerta. Se asignó la extensión de la estación interior en la sección *Talkback<RoomNumber*, donde se modificaron tres parámetros, ver Figura 3.26. En *Device type* se seleccionó *Indoor Station*, *room No* que corresponde al número de extensión y *Floor No* que es el piso en que se encuentra. Finalmente, se guardó los cambios y se dio clic en .



**Figura 3.26** Asignación de extensión

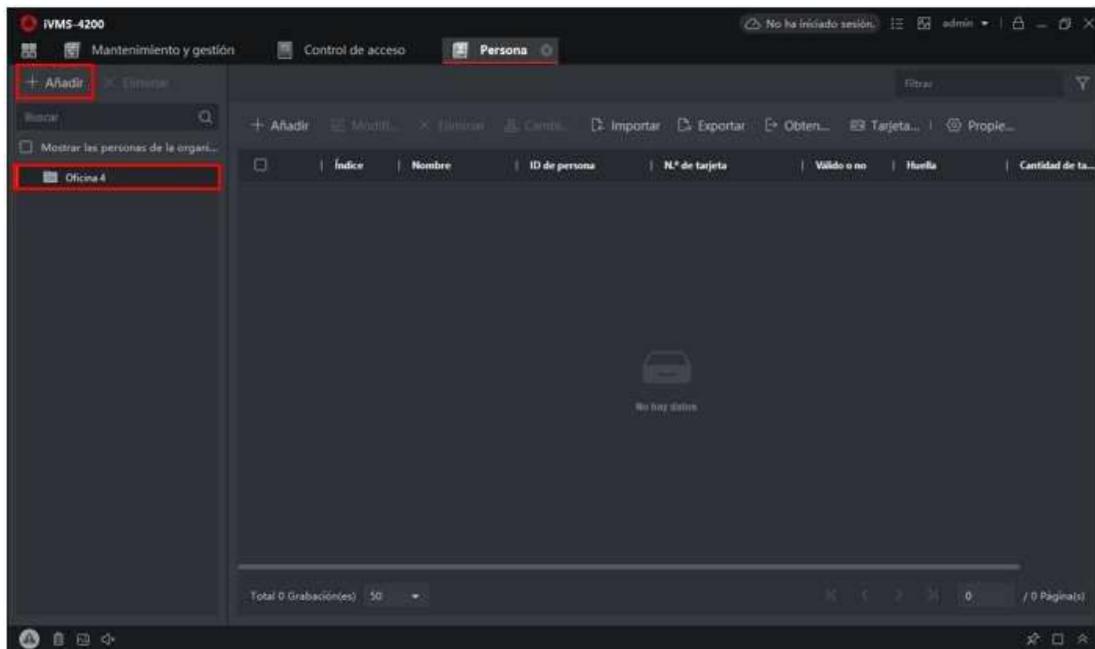
### ❖ Configuración de tarjetas de acceso.

Se ingresó a la sección *Persona* del menú principal en la parte de *Control de acceso*, ver Figura 3.27.



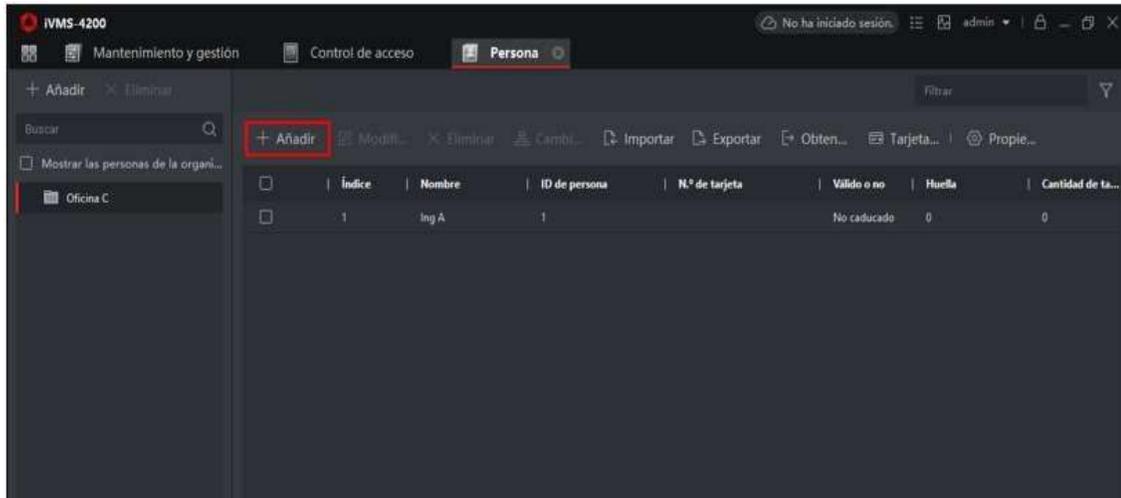
**Figura 3.27** Sección Control de acceso<Persona

Se agregó el nombre del grupo al que pertenecen las personas con acceso y de uso exclusivo por cada estación interior seleccionando **+ Añadir** en la parte derecha, ver Figura 3.28.



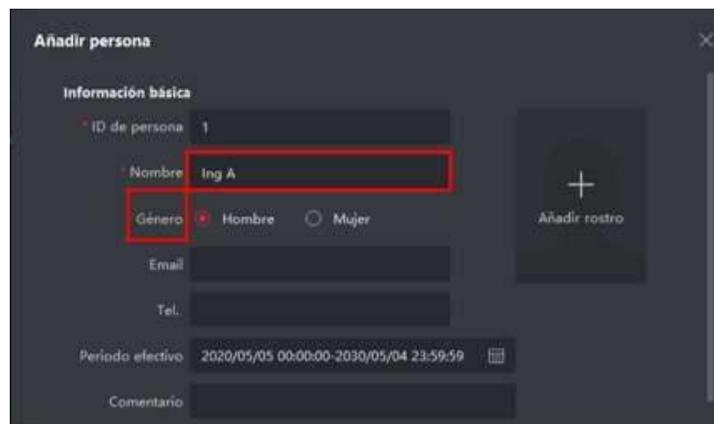
**Figura 3.28** Adición de grupos

Se creó una cuenta por cada ingeniero que pertenece al área de oficinas 4, a quien le corresponde una estación interior, mediante **+ Añadir** en la parte izquierda, ver Figura 3.29.



**Figura 3.29** Adición de docentes

Se ingresaron los parámetros de nombre y género en la sección de Información básica con los datos del docente, ver Figura 3.30.



**Figura 3.30** Información de docentes



En la sección de Tarjeta se dio clic en , se seleccionó *Leído* e inmediatamente se pasó la tarjeta de acceso por el lector de la estación de puerta. Luego, se escogió la opción de *Tarjeta normal* en *Tipo de tarjeta*, ver Figura 3.31. Después se dirigió a , se seleccionó *Remoto*, en Dispositivo se escogió el Portero 4 correspondiente, y se hizo clic en , ver Figura 3.32. Finalmente, se guardó la información de la tarjeta seleccionando .



**Figura 3.31** Vinculación de la tarjeta al usuario



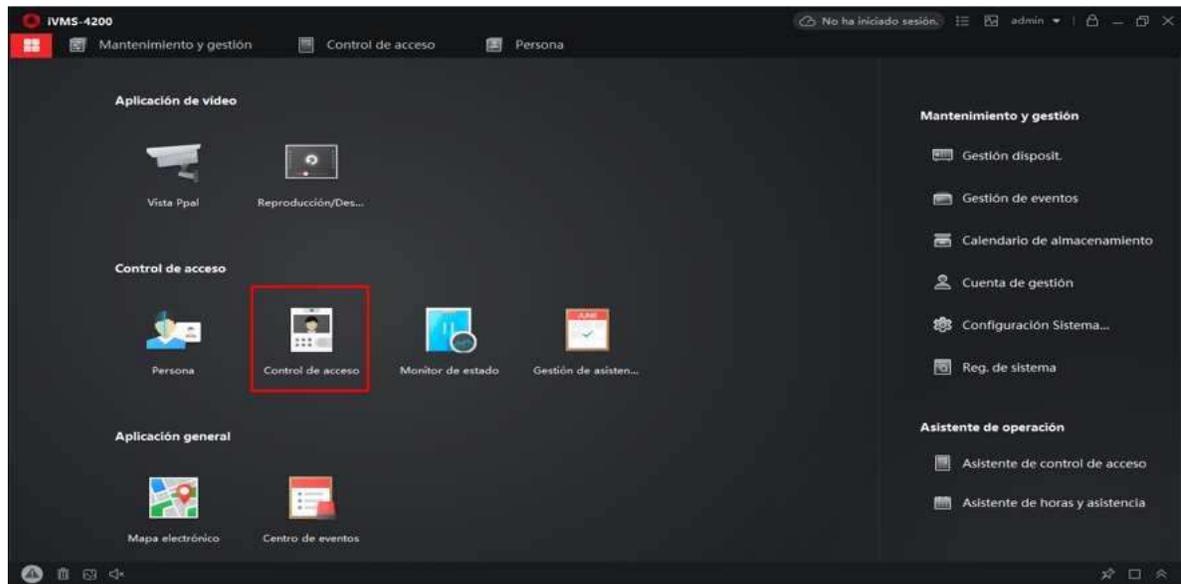
**Figura 3.32** Parámetros de ajustes de la tarjeta

En la sección de información de residente, se marcó la estación interior correspondiente al docente, ver Figura 3.33. Por último se guardó la información dando clic a **Añadir**.



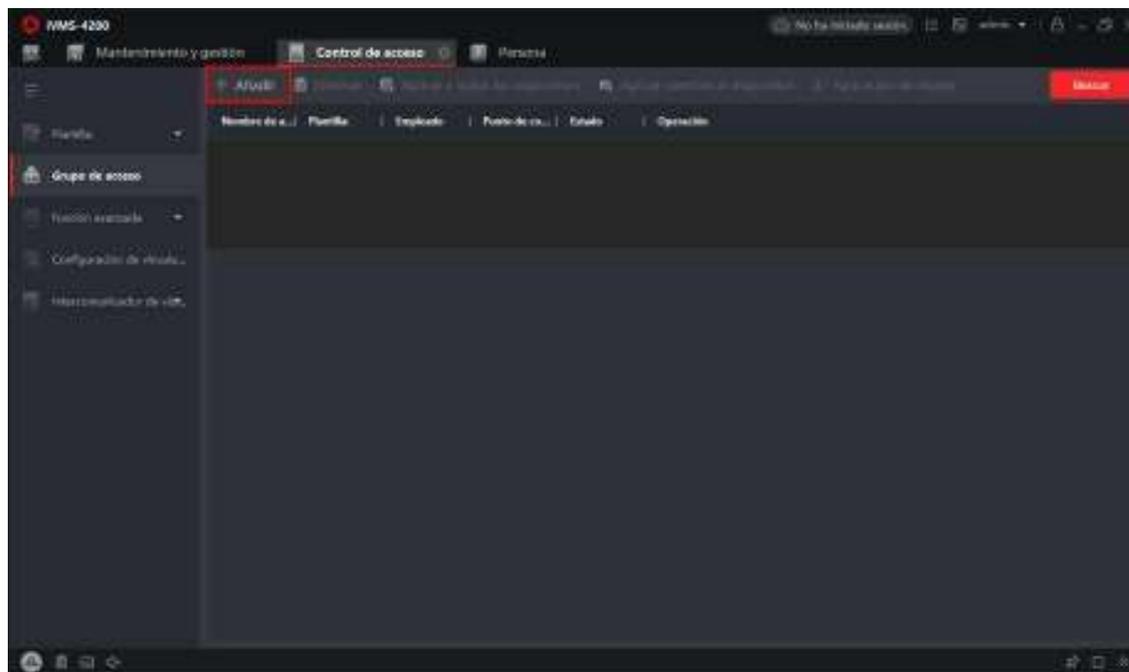
**Figura 3.33** Subsección Información de residente

Se regresó a la parte *Control de acceso* de la sección *Control de acceso* del menú principal, ver Figura 3.34.



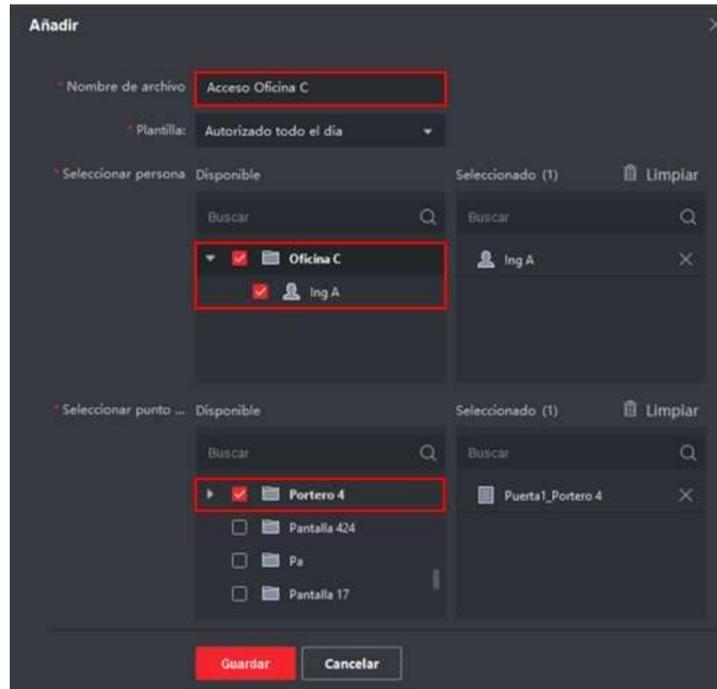
**Figura 3.34** Control de acceso

Se hizo clic en  y se creó un nuevo grupo cuyos integrantes tengan acceso a la zona C de oficinas, ver Figura 3.35



**Figura 3.35** Adición del grupo de acceso.

Se asignó un nombre al grupo de acceso, se marcó a las personas con acceso a la zona C de oficinas y se escogió la estación de puerta “Portero 4”, ver Figura 3.36. Para concluir se dio clic en .



**Figura 3.36** Información del grupo de acceso

### **Colocación de equipos**

Una vez configurados los equipos, se procedió a etiquetar los mismos y su cableado correspondiente. Posterior, se procedió a colocar los equipos en los lugares previamente definidos con sus respectivas conexiones para su funcionamiento.

En la Figura 3.37, se puede observar la colocación de la estación de puerta con sus respectivas conexiones.



**Figura 3.37** Colocación de la estación de puerta

En la Figura 3.38, se puede observar la estación de puerta con su respectiva protección.



**Figura 3.38** Estación de puerta del área de oficinas 4

En la Figura 3.39, se observa la colocación de las estaciones interiores ya configuradas en los cubículos del área de oficinas 4.



**Figura 3.39** Colocación de estación interior

### 3.4. Vinculación del sistema con la aplicación HIK-CONNECT.

Fue necesario contar con la habilitación de los puertos de la red gestionados en la DGIP para poder acceder al internet y poder enlazar los equipos del sistema de intercomunicación en video IP con la aplicación móvil HIK-CONNECT.

Desde un teléfono celular, la aplicación HIK-CONNECT puede realizar las mismas funciones que brinda la estación interior del sistema de intercomunicación en video IP, sin la necesidad de estar dentro del área de oficinas 4. Las funciones son: abrir la puerta, iniciar audio bidireccional, capturar imágenes y grabar.

Para la vinculación del sistema se realizó los siguientes pasos:

- Instalación
- Registro e inicio de sesión de usuario
- Añadir dispositivos.

#### Instalación

1. Se ingresó a *Google Play* o *App Store*.
2. En la barra de búsqueda se escribió el nombre de la aplicación "Hik-Connect".
3. Se descargó e instaló en el dispositivo a utilizar.

4. Una vez finalizada la instalación, la aplicación fue ejecutada seleccionando .

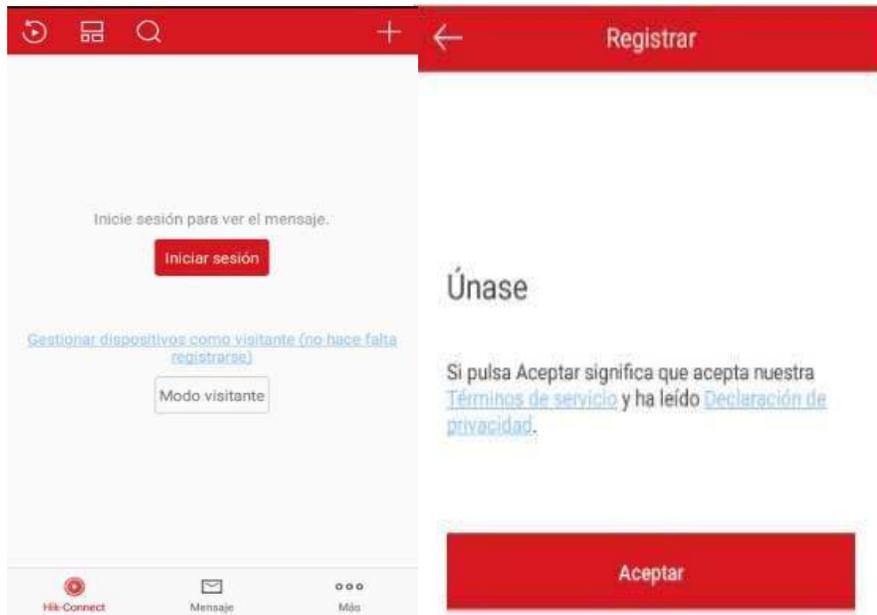
#### Registro e inicio de sesión de usuario

Se seleccionó en  y a continuación se tocó en *Seleccione un país o región*, donde se eligió Ecuador. Luego, se guardó los ajustes, ver Figura 3.40.



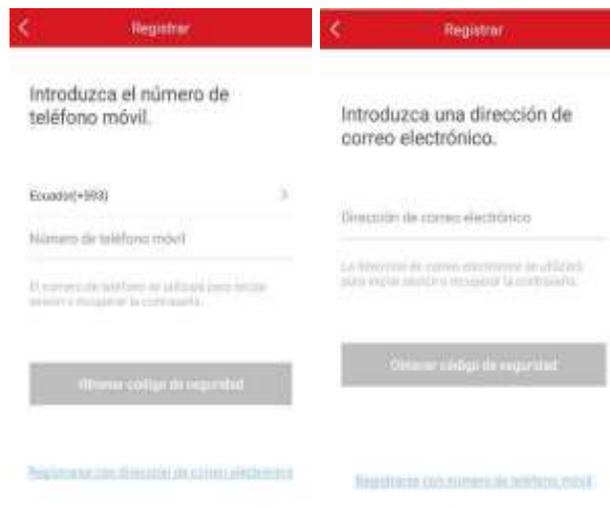
Figura 3.40 Selección de país o región

A continuación, se creó una cuenta para poder iniciar sesión, se presionó en *Iniciar sesión* y se aceptaron los términos y condiciones, ver Figura 3.41.



**Figura 3.41** Inicio de cuenta, términos y condiciones

Para la creación de la cuenta se lo realizó mediante un número de teléfono celular o correo electrónico, ver Figura 3.42.



**Figura 3.42** Registro de cuenta

Se introdujo el código de seguridad que fue enviado al número telefónico o al correo electrónico que anteriormente se registró, ver Figura 3.43.



**Figura 3.43** Registro código de seguridad

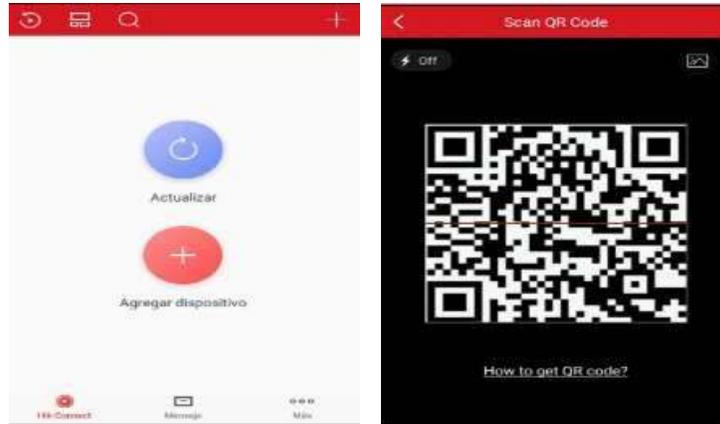
Se ingresó una contraseña que el usuario pueda recordar para acceder a la aplicación, ver Figura 3.44.



**Figura 3.44** Contraseña de usuario

### **Adición de dispositivos**

Se seleccionó en la opción de *Agregar dispositivos* y se escaneó el código QR del dispositivo que se desea agregar, ver Figura 3.45.



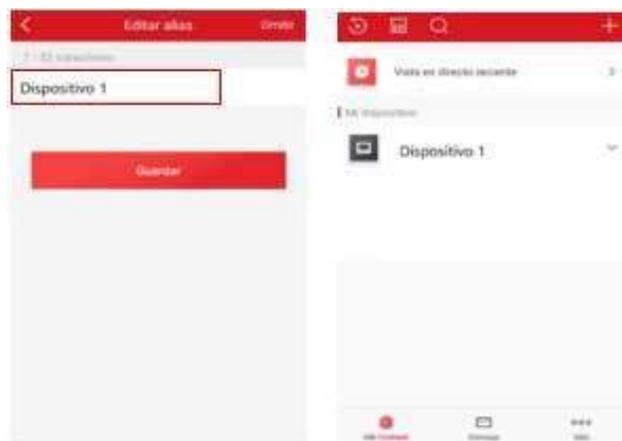
**Figura 3.45** Adición de dispositivo mediante código QR

Para agregar el dispositivo se pulsó en *Añadir*, ver Figura 3.46.



**Figura 3.46** Adición de dispositivo

Finalmente, se ingresó un nombre al dispositivo y se seleccionó en *Guardar*, ver Figura 3.47.



**Figura 3.47** Edición del nombre del dispositivo

### 3.5. Pruebas de funcionamiento y corrección de errores del sistema.

Las pruebas de funcionamiento y corrección de errores se realizaron por etapas, como se resume en la Figura 3.48.

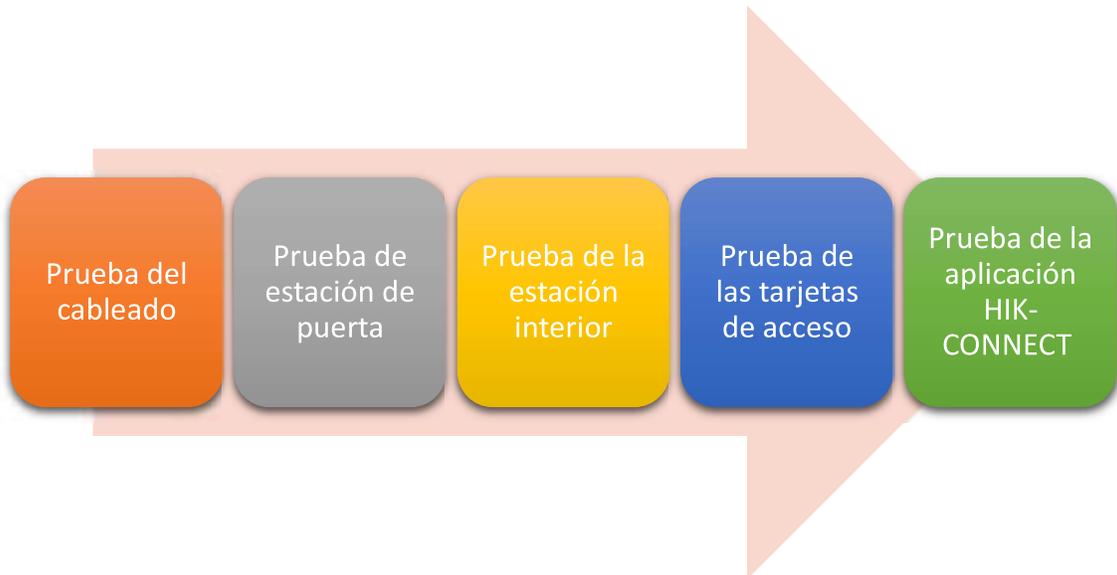


Figura 3.48 Pruebas de Funcionamiento

#### Prueba del Cableado

Para comprobar que el cable UTP y sus conectores estén funcionando, se procedió a realizar una prueba de continuidad (testeo) entre cada extremo de los *patch cord* involucrados en el proyecto, ver Figura 3.49. Cuando el *tester* mostraba errores en la continuidad, se procedía a revisar el ponchado de los cables y el código de colores según la norma ANSI/TIA 568B, para de inmediato corregir los errores.

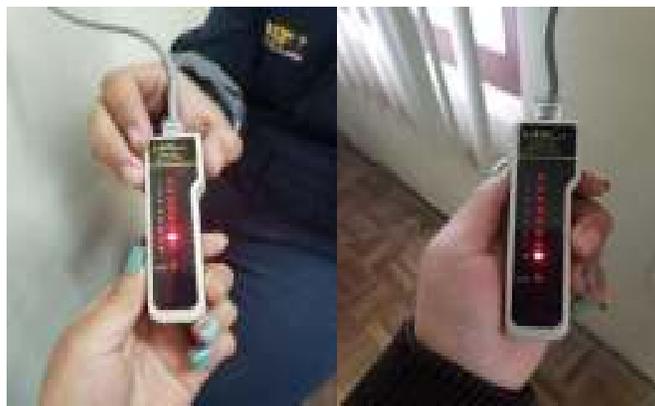


Figura 3.49 Pruebas de continuidad con *tester*

### Prueba de la Estación de puerta

Para comprobar el funcionamiento de la estación de puerta del área de oficinas 4 DS-KD3002-VM, se procedió a realizar llamadas desde el mismo hacia las estaciones interiores ubicadas en cada cubículo dentro de la zona C de oficinas, ver Figura 3.50-3.51.



Figura 3.50 Llamada desde la estación de puerta

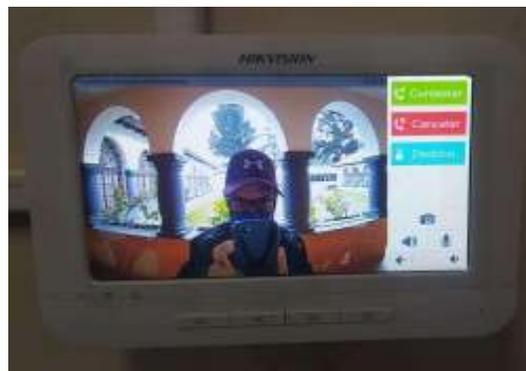


Figura 3.51 Recepción de llamada desde la estación interior

### Prueba de la Estación interior

Se procedió a asistir las llamadas provenientes de la estación de puerta hacia cada estación interior. Durante la llamada se pudo verificar las funciones: captura de imagen, control de volumen de voz, y control de acceso del usuario (abrir la puerta). Además, se pudo realizar llamadas entre estaciones interiores. Igualmente, se verificó que mediante el botón de desbloqueo de cada estación interior se abra la puerta, ver Figura 3.52.



**Figura 3.52** Pruebas en la estación interior

### **Prueba de las tarjetas de acceso**

Para verificar la funcionalidad de las tarjetas, se procedió a ingresar al área de oficinas 4 usando la tarjeta configurada en la estación de puerta. Se ingresó a la zona C del área de oficinas 4 usando la tarjeta varias veces.

### **Prueba de la aplicación HIK-CONNECT**

Mediante la aplicación, se comprobó que es posible visualizar la cámara de la estación de puerta desde el teléfono celular, ver Figura 3.53.



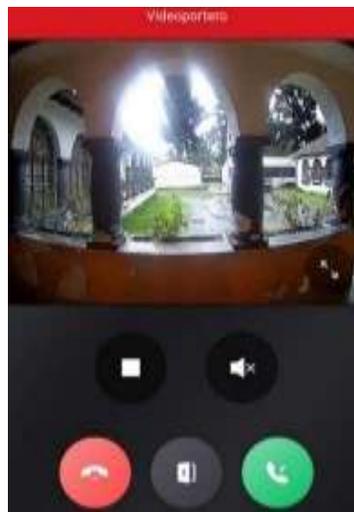
**Figura 3.53** Visualización de cámara del área de oficinas 4

Para comprobar la apertura de la puerta, solo fue necesario pulsar sobre el ícono , ver Figura 3.54.



**Figura 3.54** Apertura de la puerta

Para finalizar, desde la aplicación se asistió una llamada entrante desde la estación de puerta, ver Figura 3.55.



**Figura 3.55** Llamada en la aplicación

### **3.6. Manual de administrador y usuario.**

Los manuales se realizaron con el fin de facilitar el manejo de los equipos, tanto al usuario como al administrador, por tal motivo se desarrolló dos tipos de manuales:

- Manual de administrador
- Manual de usuario

Ver anexo IV y V.

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

- A través del presente proyecto de titulación se implementó un sistema de intercomunicador en video IP Hikvision en la zona C de las oficinas de la ESFOT. Al ser un proyecto macro, se decidió dividir las áreas de oficinas 2, 3 y 4 en zonas; de modo que este proyecto plasma la implementación del sistema en el área de oficinas 4, que corresponde a la zona C. Esta área consta de 4 cubículos, en donde no se contaba con ningún tipo de sistema de intercomunicación y sistema de abre puertas electromagnético que solo permita el acceso del personal autorizado, por lo cual se realizó la implementación de dichos sistemas.
- Para el desarrollo del presente proyecto, inicialmente se realizó el análisis de los requerimientos y tecnologías disponibles en el mercado. En cuanto a los requerimientos, se determinó la necesidad de realizar un análisis para la selección adecuada del cable, estación de puerta, estación interior de video intercomunicador, cerradura eléctrica y fuentes de alimentación. Un factor útil durante la determinación del cable a ser utilizado, fue la calculadora que Hikvision tiene disponible en línea, que permite estimar la velocidad de transmisión asociado al sistema, bajo un entorno de máxima utilización. Por otro lado, para la selección de la estación de puerta y estación interior, se realizó un análisis comparativo entre diferentes soluciones que el fabricante ofrece en el mercado nacional, habiendo previamente asistido a reuniones con proveedores y verificado el funcionamiento de diferentes marcas y modelos.
- Para el diseño del sistema de intercomunicadores en video IP, se realizó un diseño para la red para lo cual se elaboró un diagrama de la topología de la red en el que se muestra la vinculación del sistema a implementar con la red de la EPN; además se hizo un plano en Autocad donde se muestra la ubicación de los insumos respectivos al SCE. Además, se elaboró un diagrama de la conexión del sistema de intercomunicadores en el que se muestra el funcionamiento del mismo.
- Dentro de la implementación del sistema de intercomunicadores en la zona C de las oficinas de la ESFOT, se solicitó los permisos necesarios para obtener las direcciones IP dentro de la red de la EPN (VLAN) y la habilitación de los puertos correspondientes.

Además, de acuerdo al análisis de requerimientos y tecnologías se adquirió el material necesario para la instalación del sistema abre puertas, sistema de intercomunicadores y el cableado estructurado. Para la instalación del SCE y sistemas, se realizó la colocación y conexión de cada uno de los insumos, así como la estación de puerta y las estaciones de interior con su respectivo etiquetado; adicionalmente se instaló el *software* y la configuración básica de los equipos y asignación de direcciones IP. Para complementar el sistema, se vinculó los equipos con la aplicación HIK-CONNECT. Por otro lado, cabe recalcar que para la habilitación del sistema abre puertas se deshabilitó la cerradura de la chapa perilla existente.

- En la ejecución de pruebas de funcionamiento del sistema implementado, se realizaron pruebas tanto de continuidad del cableado como de los equipos implementados. En la verificación del funcionamiento de la chapa electromecánica del área de oficinas 4, se constató la apertura por medio de tarjetas de acceso y por las estaciones interiores hacia la puerta; así se solventó el problema de seguridad dentro del área de oficinas 4, ya que, solo los docentes y el personal autorizado podrán acceder a dicha área. El área de oficinas 4 ya no es un área de libre acceso directo a los cubículos de la misma. Como pruebas adicionales también se realizaron llamadas entre estaciones interiores al mismo tiempo, desde la estación de puerta hacia las estaciones interiores y desde la estación de puerta o estaciones interiores hacia el centro y viceversa. Por medio de las pruebas mencionadas, se verificó el funcionamiento del sistema.
- En cuanto a la elaboración del manual de usuario y administrador para el manejo del sistema Hikvision, se realizó un listado con las configuraciones que el usuario puede hacer con las estaciones de interior, así como los pasos detallados que el administrador puede realizar acerca del monitoreo del sistema de intercomunicadores en video IP. Para realizar estos manuales se tomó en cuenta las configuraciones que fueron necesarias para la puesta en marcha del sistema.
- El sistema de intercomunicación en video IP cuenta con una aplicación móvil denominada HIK-CONNECT, mediante la cual el docente puede acceder a las mismas funcionalidades que tiene dentro de la oficina, pero al momento que se encuentre fuera de ella. El docente puede visualizar quién se halla fuera de la puerta de la oficina, abrir la puerta y contestar llamadas.

- Cabe recalcar que las estaciones interiores de video trabajan con una alimentación de 24V PoE, por lo cual para su correcto funcionamiento fue necesario adquirir y conectar los equipos a un distribuidor de audio y video Hikvision con puertos PoE, así se reduce el riesgo de los equipos del sistema puedan sufrir daños e inconvenientes en su funcionamiento.
- La sincronización en un sistema de telecomunicaciones es sumamente importante ya que así se logra que todos los equipos que conforman la red trabajen bajo un mismo reloj, consiguiendo así saber cuándo transmite cada uno para procesar la información adecuadamente.

## 4.2. Recomendaciones

- Se recomienda que para todo proyecto que involucre tecnología IP, se parta del desarrollo de un diagrama de red que facilite la visualización de conexiones físicas y lógicas. Además, si se requiere el despliegue de cableado estructurado, el desarrollo previo de un plano a escala en Autocad, facilita considerablemente el dimensionamiento adecuado de los materiales requeridos.
- Se recomienda que cuando existan problemas en la conexión de equipos, se revise los manuales de administración y usuario para solventar los inconvenientes inmediatamente y evitar dañar el sistema de intercomunicación IP.
- Es conveniente que el administrador tenga un *backup* de las configuraciones de los equipos ya que mediante el *software* iVMS4200 es posible importar dichas configuraciones.
- A pesar que, la estación de puerta no requiere de voltajes excesivamente altos, es aconsejable que cada fuente de alimentación tenga su propia protección, en caso de corte de suministro por parte de la empresa eléctrica.
- Como agregado para futuros proyectos de titulación, convendría un sistema de acondicionamiento para que el sistema de control de acceso de la cerradura eléctrica sea más duradero.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Hangzhou Hikvision Digital Technology Co., Ltd., «Video Intercom Door Station,» User Manual, Hangzhou, 2017.
- [2] Hangzhou Hikvision Digital Technology Co., Ltd., «Video Intercom Indoor Station,» User Manual, Hangzhou, 2017.
- [3] E. Raffino, «Red LAN,» 10 Diciembre 2018. [En línea]. Obtenido de: <https://concepto.de/red-lan/>. [Último acceso: 11 Abril 2020].
- [4] A. G. Higuera y F. J. C. García, CIM: El computador en la automatización de la producción, Cuenta: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2007.
- [5] P. G. Vázquez, J. P. Baeza y F. A. C. Herías, Redes y Transmisión de datos, Alicante: Universidad de Alicante, 2010.
- [6] A. S. T. y D. J. Wetherall, Redes de computadores. 5ª edición, México: Pearson, 2012.
- [7] F. J. G. Mata, Videovigilancia: CCTV usando vídeo IP, Málaga: Vértice, 2010.
- [8] M. Lederkremer, Redes informáticas, Buenos Aires: Six Ediciones, 2019.
- [9] F. G. Navarro y S. M. Córdoba, Domótica. Gestión de la energía y gestión técnica de edificios., Madrid: RA-MA, 2015.
- [10] E. H. Pérez, Tecnologías y redes de transmisión de datos, México: Limusa, 2010.
- [11] G. Cevallos, *Redes e Intranets*, Quito, 2020.
- [12] J. F. Martínez, Implantación de Aplicaciones Web, Madrid: RA-MA, 2014.
- [13] G. Cevallos, *Cableado Estructurado*, Quito, 2018.
- [14] Dirección General de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, *GUIA PARA APLICAR LA NORMA TIA/EIA 568 PARA CABLEADO ESTRUCTURADO*, 2015.
- [15] BTicino, «Capítulo 4. TIA/EIA-568-B Norma de Cableado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales,» 26 Septiembre 2007. [En línea]. Obtenido de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9268>. [Último acceso: 2 Noviembre 2020].
- [16] J. Joskowicz, «CABLEADO ESTRUCTURADO,» octubre 2013. [En línea]. Obtenido de: <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/789>. [Último acceso: agosto 2020].
- [17] BTicino, «Capítulo 5. TIA/EIA-569-A Norma Para Edificios Comerciales, Rutas Y Espacios Para Telecomunicaciones,» 26 Septiembre 2007. [En línea]. Obtenido de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9268>. [Último acceso: 2 Noviembre 2020].

- [18] BTicino, «Capítulo 6. TIA/EIA-606 Norma para la Administración de la Infraestructura de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales,» 26 Septiembre 2007. [En línea]. Obtenido de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9268>. [Último acceso: 2 Noviembre 2020].
- [19] KROTON, «KROTON,» 2016. [En línea]. Obtenido de: <https://www.kroton.com.pe/product/cable-utp-cat-5e-4px24-awg-cm-305m-gris-2/>. [Último acceso: 11 Abril 2020].
- [20] Systemadmin.es, «Systemadmin.es,» 20 Agosto 2013. [En línea]. Obtenido de: <http://systemadmin.es/2013/08/pines-ethernet-rj45#>. [Último acceso: 11 Abril 2020].
- [21] Furukawa, «Furukawa,» 28 Octubre 2015. [En línea]. Obtenido de: [http://www.matcomsa.com.ar/site/assets/files/1095/utp\\_multi-lan\\_enhanced\\_24awg\\_x\\_4p\\_-\\_cat\\_5e\\_exportacion.pdf](http://www.matcomsa.com.ar/site/assets/files/1095/utp_multi-lan_enhanced_24awg_x_4p_-_cat_5e_exportacion.pdf). [Último acceso: noviembre 2020].
- [22] R. Velásco, «RZ redes zone,» 17 Marzo 2019. [En línea]. Obtenido de: <https://www.redeszone.net/2019/03/17/rack-armario-que-es/>. [Último acceso: 11 Abril 2020].
- [23] CONNECTION CABLING SYSTEMS , «CONNECTION CABLING SYSTEMS,» [En línea]. Obtenido de: [http://www.connection-cs.com/?m=box\\_main\\_info.php&id=9&sid=4#smenu](http://www.connection-cs.com/?m=box_main_info.php&id=9&sid=4#smenu). [Último acceso: Noviembre].
- [24] «DS3 COMUNICACIONES,» [En línea]. Obtenido de: <http://www.ds3comunicaciones.com/tplink/TL-SG1008.html>.
- [25] Delta.eu, «Delta.eu,» [En línea]. Obtenido de: [https://shopdelta.eu/switch-ds-kad612-designed-for-ip-video-doorphones-hikvision\\_l2\\_p13081.html](https://shopdelta.eu/switch-ds-kad612-designed-for-ip-video-doorphones-hikvision_l2_p13081.html). [Último acceso: agosto 2020].
- [26] Hikvision, «DS-KD3002-VM,» [En línea]. Obtenido de: <https://www.hikvision.com/es-la/products/Video-Intercom-Products/IP-Series/Value-Series/ds-kd3002/?q=ds-kd3002&position=2>. [Último acceso: agosto 2020].
- [27] Hikvision, «DS-KH6310-WL,» [En línea]. Obtenido de: <https://www.hikvision.com/es-la/products/Video-Intercom-Products/IP-Series/Value-Series/DS-KH6310-WL/?q=ds-kh6310-wl&position=1>. [Último acceso: agosto 2020].
- [28] U. Cosmai, Intercomunicadores, Barcelona: Marcombo, 1980.
- [29] Economizadores, «Economizadores,» [En línea]. Obtenido de: <https://economizadores.net/brazo-hidraulico-para-puerta-60-80-kg.html>. [Último acceso: agosto 2020].

[30] S. Mitugi, «Seguridad Electrónica CCTV,» 2018. [En línea]. Obtenido de:  
[https://issuu.com/mitugi.shiraki/docs/libro\\_de\\_cctv](https://issuu.com/mitugi.shiraki/docs/libro_de_cctv). [Último acceso: 16 Julio 2020].