

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **ESTUDIO DE UN SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA MEDIANTE TECNOLOGÍA PoE PARA EL BARRIO CALLUMA BAJO DE LA PARROQUIA DE PIFO**

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

**PABLO DANIEL ALCARRAZ DÍAZ**

**pablo.alcarraz@epn.edu.ec**

**DENNIS ALEXANDER ESCOBAR DÍAZ**

**dennis.escobar@epn.edu.ec**

**DIRECTORA: ING. MÓNICA VINUEZA MSC.**

**monica.vinueza@epn.edu.ec**

**Quito, Febrero 2021**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Pablo Daniel Alcarraz y Dennis Alexander Escobar Díaz, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature reads "Mónica Vinuesa R".

---

**Ing. Mónica Vinuesa MSc.  
DIRECTORA DE PROYECTO**

## DECLARACIÓN

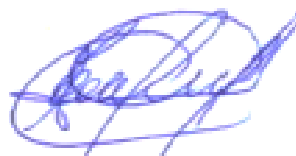
Nosotros, Pablo Daniel Alcarraz y Dennis Alexander Escobar Díaz, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en 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.



---

**Pablo Daniel Alcarraz Díaz**



---

**Dennis Alexander Escobar Díaz**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación, dedico a DIOS por permitirme llegar con vida y salud a este momento tan especial de mi formación académica.

Con todo mi corazón le dedico a mi familia, amigos y a mis maestros, pero sobre todo a mi madre Gladys Diaz que me dio la vida, educación y todo su apoyo incondicional para culminar con mis estudios.

A mis hermanos y a mi tío Pedro Diaz, que gracias a su apoyo incondicional me he forjado como una gran persona con valores, y que me permitieron llegar a concluir este trabajo de titulación.

**Pablo Daniel Alcarraz Díaz**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, quienes guían mis pasos por el camino de Dios enseñándome que lo bueno requiere de esfuerzo temporal pero la satisfacción de haberlo conseguido perdurará.

A aquellas personas que apagaron su existencia dejando gran enseñanza en mí, sé que se sentirían orgullosos al saber que avancé un peldaño más en esta escalera llamada vida.

**Dennis Alexander Escobar Díaz**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia, por haberme dado la oportunidad de formarme en la prestigiosa Escuela de Formación de Tecnólogos de la Escuela Politécnica Nacional y haberme dado todo su apoyo durante todo este tiempo. Y en especial a mi madre por ser el pilar fundamental en mi educación.

A todos mis maestros y amigos por haberme guiado, a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado todo su apoyo para desarrollarme profesional y éticamente. Y de manera especial a mi tutora de tesis, por haberme guiado en la elaboración de este trabajo de titulación.

A la Escuela Politécnica Nacional, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento científico, deportivo, social y cultural.

**Pablo Daniel Alcarraz Díaz**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Escuela Politécnica Nacional por ser el templo de sabiduría que a través de sus profesores supieron impartir el conocimiento necesario para la elaboración de este trabajo de titulación y ser Tecnólogo en Electrónica y Telecomunicaciones.

A mi tutora, la Ing Mónica Vinuesa por haberme guiado en el desarrollo de este trabajo de titulación.

A mis amigos, primos quienes siguen creciendo académicamente y me han sabido apoyar a lo largo de este tiempo con el ejemplo de superación.

A mi compañero de trabajo Pablo Alcarraz, quien colaboró de manera incondicional para la elaboración del presente trabajo de titulación.

**Dennis Alexander Escobar Díaz**

# CONTENIDO

CERTIFICACIÓN .....	I
DECLARACIÓN .....	II
DEDICATORIA .....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTOS .....	V
AGRADECIMIENTOS .....	VI
RESUMEN.....	XII
<i>ABSTRACT</i> .....	XIII
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Marco Teórico.....</b>	<b>2</b>
➤ <b>Sistema de video vigilancia.....</b>	<b>2</b>
➤ <b>Componentes principales de un sistema CCTV .....</b>	<b>3</b>
➤ <b>Tecnología PoE .....</b>	<b>5</b>
➤ <b>Medios de transmisión de par trenzado .....</b>	<b>7</b>
➤ <b>Ángulo de visión de una cámara de video vigilancia.....</b>	<b>8</b>
➤ <b>Grado de protección IP.....</b>	<b>8</b>
➤ <b>Niveles de compresión de video .....</b>	<b>9</b>
➤ <b>Cálculo del ancho de banda y capacidad de almacenamiento .....</b>	<b>10</b>
➤ <b>Discos duros especializados para sistemas de video vigilancia .....</b>	<b>11</b>
➤ <b>Normas de cableado estructurado .....</b>	<b>12</b>
<b>2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1. Métodos .....</b>	<b>14</b>
➤ <b>Método investigación documental.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2. Técnicas y procedimientos .....</b>	<b>14</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Análisis del sistema de cámaras de video vigilancia .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2. Requerimientos del sistema CCTV.....</b>	<b>19</b>
➤ <b>Elección de la tecnología .....</b>	<b>19</b>
➤ <b>Elección del medio de transmisión .....</b>	<b>19</b>
➤ <b>Selección de cámaras .....</b>	<b>21</b>
○ <b>Altura de colocación .....</b>	<b>24</b>
○ <b>Sensor, tipo de lente y ángulo de visión .....</b>	<b>24</b>
○ <b>Condiciones climáticas .....</b>	<b>24</b>
○ <b>Tipo de compresión.....</b>	<b>24</b>
○ <b>Visión nocturna .....</b>	<b>25</b>



○ <b>Software cliente</b> .....	25
➤ <b>Cálculo del ancho de banda y capacidad de almacenamiento</b> .....	25
➤ <b>Selección del equipo de grabación y almacenamiento</b> .....	26
➤ <b>Selección del equipo de visualización y gestión</b> .....	28
<b>3.3. Diagrama del sistema de video vigilancia</b> .....	28
<b>3.4. Diseño del sistema de video vigilancia</b> .....	29
<b>3.5. Presupuesto del sistema de video vigilancia</b> .....	36
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	40
<b>CONCLUSIONES</b> .....	40
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	41
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	42
<b>ANEXOS</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Anexo I</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Anexo II</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Anexo III</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Anexo IV</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Anexo V</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Anexo VI</b> .....	¡Error! Marcador no definido.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ejemplo de un sistema CCTV .....	2
Figura 1.2 Tipos de cámaras .....	3
Figura 1.3 Videograbador CCTV .....	4
Figura 1.4 Dispositivo de visualización.....	4
Figura 1.5 Tipos de medios de transmisión .....	5
Figura 1.7 Tipos de cable de par trenzado .....	7
Figura 1.8 Ángulos de visión según tipo de lente .....	8
Figura 1.9 Nomenclatura código protección IP .....	9
Figura 1.10 Norma de cableado T568B .....	13
Figura 3.1 Vista Satelital Barrio Calluma Bajo.....	15
Figura 3.2 Plano de calles y pasajes del barrio Calluma Bajo .....	17
Figura 3.3 Cable FTP cat6 .....	20
Figura 3.4 Cámara PTZ DS-2DE4225IW-DE .....	23
Figura 3.5 Cámara tubo varifocal DS-2CD1623G0-I.....	23
Figura 3.6 NVR <i>Hikvision</i> DS-7604NI-K1/4P .....	27
Figura 3.7 Equipo de monitoreo .....	28
Figura 3.8 Diagrama del sistema de video vigilancia .....	30
Figura 3.9 Nomenclatura del sistema .....	31
Figura 3.10 Diseño del sistema integral CCVT.....	32
Figura 3.11 Plano de cobertura del sistema integral CCTV .....	35

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Clasificación de niveles de potencia .....	6
Tabla 3.1 Número de cámaras de seguridad de acuerdo con las áreas .....	18
Tabla 3.2 Comparación de las características del medio de transmisión FTP .....	20
Tabla 3.3 Comparación de las características de las cámaras PTZ .....	22
Tabla 3.4 Comparación de las características de las cámaras tubo .....	22
Tabla 3.5 Ancho de banda y capacidad de almacenamiento para cada sistema .....	26
Tabla 3.6 Comparación técnica del equipo grabador NVR .....	27
Tabla 3.7 Longitud de cable a utilizar por cada sistema de CCTV .....	33
Tabla 3.8 Cotización para el sistema integral CCTV .....	36
Tabla 3.9 Cotización sistema CCTV 1 .....	37
Tabla 3.10 Cotización sistema CCTV 2 .....	38
Tabla 3.11 Cotización sistema CCTV 3 .....	38
Tabla 3.12 Cotización sistema CCTV 4 .....	39

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.1 Espacio para 1 segundo de video.....	11
Ecuación 1.2 Ancho de banda CCTV .....	11
Ecuación 1.3 Capacidad de almacenamiento del disco duro.....	11

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación consiste en el estudio de un sistema de cámaras de video vigilancia mediante tecnología *Power over Ethernet* (PoE) para el barrio Calluma Bajo de la parroquia Pifo, mitigando los problemas de seguridad del sector.

Seguidamente se explicarán de manera general las secciones que forman este escrito como son: introducción, metodología aplicada, resultados, conclusiones y recomendaciones.

En la primera sección se trata de una pequeña introducción del estudio del diseño tomando en consideración principal el enfoque de los sistemas de video vigilancia, también qué es y qué elementos constituyen un sistema de cámaras de seguridad.

En la segunda sección se encuentran los métodos empleados para el desarrollo y realización de este proyecto. Detallando rápidamente las etapas de estudio de campo, el diseño y cotización del Circuito cerrado de televisión (CCTV).

La tercera sección abarca la explicación del diseño del sistema de seguridad realizado en AutoCAD el mismo que detalla los puntos de ubicación y trayectoria de las cámaras, los requerimientos técnicos del sistema diseñado. Por último, se realiza las cotizaciones referenciales del sistema de cámaras diseñado, en base a los requerimientos necesarios para el barrio permitiendo que su futura implementación sea adecuada y con ello contar con un sistema de seguridad eficiente que beneficie a los moradores de la calle principal y los pasajes del barrio Calluma Bajo.

En la sección final se desarrollaron las conclusiones obtenidas durante el proceso del diseño y recomendaciones para el desarrollo del proyecto.

Palabras clave: PoE, cámaras IP, CCTV.

## **ABSTRACT**

*The present degree work consists of the study of a system of video surveillance cameras using Power over Ethernet (PoE) technology for the Calluma Bajo neighborhood of the Pifo parish, mitigating the security problems of the sector.*

*Next, the sections that make up this writing will be explained in a general way, such as: introduction, applied methodology, results, conclusions and recommendations.*

*In the section one deals with a small introduction of the study of design taking into consideration the main focus of video surveillance systems, also what is and what elements make up a security camera system.*

*In the section two are the methods used to develop and carry out this project. Quickly detailing the stages of technical study, design and quotation of the closed circuit television (CCTV).*

*The third section covers the explanation of the design of the security system made in AutoCAD which details the locations and trajectory of the cameras, the technical requirements of the designed system. Finally, the referencing quotes of the designed camera system are made, based on the necessary requirements for the neighborhood allowing its future adequate implementation and with it an efficient system security that benefits the residents of the main street and the passages of the Calluma Bajo neighborhood.*

*The final section develops the conclusions reached during the design process and recommendations for the development of the project.*

*Keywords: PoE, IP cameras, CCTV.*

# 1. INTRODUCCIÓN

Como es de conocimiento nacional la delincuencia ha aumentado en todo el país, considerando la necesidad de contar con un sistema de cámaras de seguridad que permita reducir las problemáticas de inseguridad y otras actividades ilícitas del barrio.

El barrio Calluma Bajo está ubicado en la parroquia de Pifo al nororiente de Quito, la superficie territorial es aproximadamente de 1.5 kilómetros cuadrados. En este barrio se localizan los pasajes San Javier, San Francisco 1 y 2 y la calle principal Amazonas. El incremento en el índice de actividades delictivas como: asaltos a transeúntes, vivienda, venta de droga, excesivo consumo de licor en vías públicas; todo esto ha atemorizado a los vecinos. Al no tener algún sistema de seguridad tecnológica los moradores del barrio son más propensos a sufrir los distintos actos ilícitos antes mencionados sin que se tenga evidencia de los hechos.

A petición de los habitantes del barrio Calluma Bajo por medio de los directivos barriales, Los moradores han visto conveniente que se realice el estudio de un sistema de cámaras de seguridad comunitarias para: la calle principal y los pasajes transversales. Como medida preventiva para mitigar los problemas de seguridad comunal.

Se realizará un estudio de solución de video vigilancia basado en tecnología *Power over Ethernet* (PoE), utilizando alrededor de 9 cámaras divididas en varios sistemas distribuidos en zonas más críticas, permitiendo monitorear de forma local o remota las 24 horas en tiempo real las diferentes actividades que se realicen en el sector, las mismas que serán seleccionadas tomando en cuenta las necesidades técnicas para diseñar un sistema eficiente.

La realización del estudio empleando tecnología PoE es factible técnicamente mediante el uso de equipos de tecnología actual capaz de dar una solución adaptada a las necesidades del barrio. Es factible porque existen varios dispositivos de red en el mercado que soportan esta tecnología, entre ellos está el video grabador que a través de la tecnología PoE puede proveer alimentación a las cámaras de red sobre el mismo cable que se utiliza para enviar los datos de video.

PoE brinda la posibilidad de usar un cableado único para el sistema de video vigilancia, tanto para la suministración de energía como para la transmisión de datos, facilitando la instalación y organización del Circuito cerrado de televisión (CCTV). ya que se reduce la cantidad de cables y enchufes necesarios.

A través de los planos viales se ha diseñado el sistema de cámaras de video vigilancia indicando la localización de las cámaras, trayecto del cableado y el cuarto de control y equipos. Para el diseño se aplicará normas de cableado estructurado tales como cableado horizontal, de recorridos y espacios, además la norma de administración.

Finalmente, se entregará la propuesta del diseño CCTV a los moradores, directivos y personal encargado del GAD con la finalidad que a futuro la comunidad de vecinos pueda realizar su implementación.

## 1.1.Marco Teórico

### ➤ Sistema de video vigilancia

Un CCTV o circuito cerrado de televisión es un conjunto de equipos conectados que producen una secuencia de imágenes que pueden ser visualizadas por un grupo privado de personas. Debido a los avances tecnológicos existen tipos de sistemas de video vigilancia, analógicos, digitales; los equipos básicamente son los mismos en todos los sistemas entre ellos se tienen: cámaras, grabadores, cables y un monitor para el monitoreo o visualización de las imágenes. Los sistemas con conexión a Internet permiten acceder a las imágenes vía remota desde dispositivos móviles [1]. En la figura 1.1 se muestra un ejemplo de un sistema de videovigilancia.

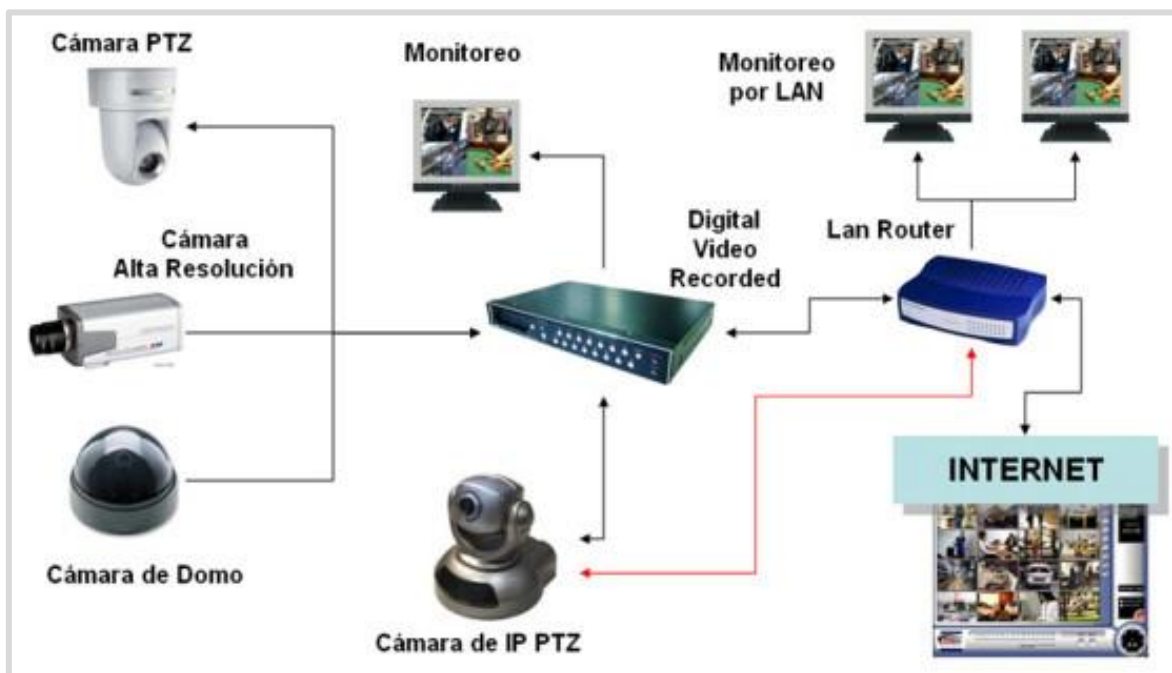


Figura 1.1 Ejemplo de un sistema CCTV [2]



Los objetivos principales de un CCTV es dar apoyo en la prevención y control de pérdidas y riesgos, al igual que la supervisión. La existencia de sistemas de video vigilancia representa un elemento de disuasión, las acciones delictivas quedan grabadas las mismas que pueden ser utilizadas como evidencia de los delitos.

### ➤ Componentes principales de un sistema CCTV

#### Cámaras

Las cámaras de seguridad existen de diferentes tipos y características técnicas dependiendo del uso y las necesidades. Entre las más importantes están las cámaras domo, bala y *Pan Tilt Zoom* (PTZ). Las cámaras domo tienen una forma discreta y son recomendadas para ser usada en interiores de un domicilio, supermercado, empresa. Las cámaras tipo bala o *bullet* son utilizadas por lo general en exteriores porque están fabricadas para soportar los factores de la intemperie, además son recomendadas para la visualización de grandes distancias [3]. Las cámaras PTZ son aquellas que tienen la posibilidad de movimiento horizontal/vertical y *zoom* permitiendo cubrir los dos perímetros de manera amplia y tener un excelente nivel de detalles [4].

En la figura 1.2 se muestran los tipos de cámaras mencionadas anteriormente, se tiene de izquierda a derecha cámaras tipo bullet, PTZ y domo.



Figura 1.2 Tipos de cámaras [5]

#### Videograbadores

El videograbador es el dispositivo encargado de permitir la visualización de las imágenes en directo, grabar, reproducir, realizar *backup* y acceder de forma remota. Existen en el mercado actualmente grabadores analógicos o denominados *Digital Video Recorder* (DVR) que permiten conectar cámaras análogas tradicionales, grabadores *Internet Protocol* (IP) o *Network Video Recorder* (NVR) para conectar

cámaras IP y grabadores híbridos que permiten la conexión de cámaras análogas e IP [6].

En la figura 1.3 se muestra un ejemplo de grabador CCTV y sus partes.



Figura 1.3 Videograbador CCTV [7]

### Equipos de visualización

Los equipos de visualización son una parte importante en sistemas de video vigilancia, especialmente cuando se dispone de un personal de vigilancia o se desea monitorear constantemente las imágenes captadas por las cámaras. Existen diferentes dispositivos para esta acción; entre los más importantes se tiene los monitores o televisores y dispositivos móviles como celulares, computadoras [8].

En la figura 1.4 se muestra el ejemplo de un dispositivo de visualización.



Figura 1.4 Dispositivo de visualización [8]

## Medios de transmisión

La transmisión de imágenes de los sistemas de CCTV se puede realizar de manera cableada utilizando cable coaxial, cable par trenzado o fibra óptica; de forma inalámbrica a través de radio enlaces. La selección del medio de transmisión depende de las distancias entre cámaras, cuarto de equipos, el nivel de calidad de la imagen que se requiere, características radiológicas por interferencias, medios ambientales y climatológicos [9].

En la figura 1.5 se muestra tipos de medios cableados utilizados para sistemas CCTV, de izquierda a derecha se tiene cable coaxial, par trenzado y fibra óptica.

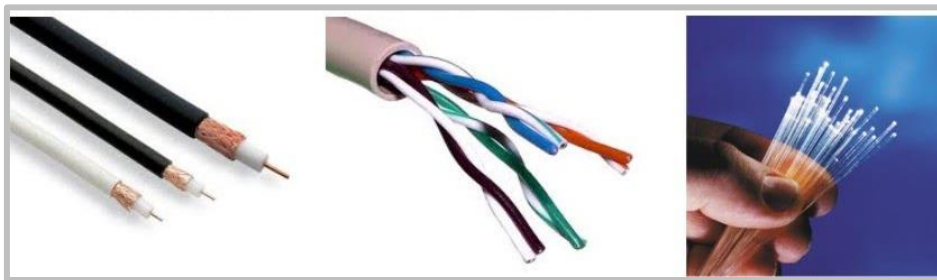


Figura 1.5 Tipos de medios de transmisión [10]

### ➤ Tecnología PoE

PoE es una tecnología que permite la alimentación eléctrica a una infraestructura *Local Area Network* (LAN). Entre las ventajas que se puede obtener en el sistema del CCTV mediante PoE es que la alimentación eléctrica se suministre a una cámara IP, utilizando el mismo cable *Ethernet* que es utilizado para la transmisión de señal de video. Esta tecnología elimina la necesidad de instalar tomacorrientes en los puntos de ubicación de las cámaras y está diseñado de manera que no afecte el rendimiento de la comunicación de los datos de video [11].

En la figura 1.6 se muestra el tipo de señal que se va a transmitir a través del cable de par trenzado.

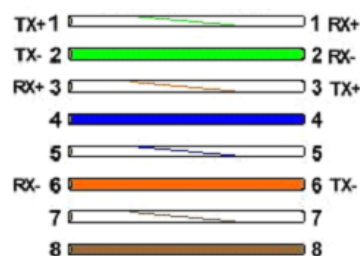


Figura 1.6 Tipos de medios de transmisión [10]

En la tabla 1.1 se puede observar como el estándar 802.3af (PoE) establece clases de acuerdo con el nivel de potencia encontrándose así diferentes tipos de dispositivos en cada clase, en el caso de las cámaras de red fija pueden pertenecer a la clase 1 o 2 y las cámaras PTZ en la clase 3 o 4 [11].

Tabla 1.1 Clasificación de niveles de potencia

CLASE	PSE POWER	PD POWER	DESCRIPCION DE CLASE	EJEMPLOS
0	15.4 watts	0.44-12-94 watts	Clasificación no implementada	-
1	4 watts	0.44-3.84 watts	Poca potencia	Teléfono VoIP
2	7 watts	3.84-6.49 watts	Baja potencia	Cámaras IP/ <i>Acces Point</i>
3	15.4 watts	6.49-12.95 watts	Media potencia	Cámaras PTZ/ <i>Acces Point</i>
4	30 watts	12.95-25.50 watts	Alta potencia	Cámaras <i>Outdoor</i> PTZ

### Ventajas

La tecnología PoE permite tener sistemas centralizados de alimentación debido a que por un cable de red es posible transmitir simultáneamente datos y alimentación, esta tecnología simplifica la fuente de alimentación adicional a los dispositivos de red de modo que se reduce el costo de implementación y tiempo [12].

Otra ventaja es combinar dispositivos no PoE con adaptadores compatibles con la tecnología PoE para que el equipo de abastecimiento de energía proporcione la alimentación a estos dispositivos, por ejemplo, un *switch* PoE transmite alimentación cuando detecta la conexión de dispositivos compatibles con esta tecnología [12].

Al utilizar la tecnología PoE es posible tener un mantenimiento conveniente porque los dispositivos se pueden apagar o reiniciar de manera remota a través de protocolos existentes; entre ellos los protocolos de administración de redes [12].

### Desventajas

El principal inconveniente de la tecnología PoE es el alcance reducido que brinda, no se puede superar los 100 metros, limitando la distancia de funcionamiento de los equipos de red [13].

Otra desventaja que presenta esta tecnología es que generalmente se utiliza un único equipo de alimentación para conectar varios dispositivos alimentados por

PoE, por esta razón si el equipo de alimentación presenta algún inconveniente en su funcionamiento todos los dispositivos que están conectados al mismo dejarán de funcionar [13].

### ➤ Medios de transmisión de par trenzado

Para la transmisión de video en un sistema de cámaras con tecnología PoE se tiene tres opciones de cables par trenzado que son: *Unshielded Twisted Pair* (UTP), *Foiled Twisted Pair* (FTP) y *Shielded Twisted Pair* (STP) [14].

En la figura 1.7 se muestra los tipos de cable de par trenzado, de izquierda a derecha se tiene cable UTP, FTP y STP.

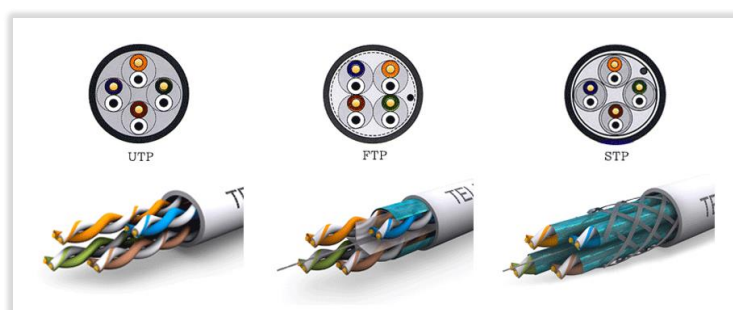


Figura 1. 6 Tipos de cable de par trenzado [14]

#### **Cable UTP**

El cable de par trenzado no apantallado no tiene protección adicional a la recubierta de PVC, tiene una impedancia de 100 (Ohm), el conector más utilizado es el RJ-45. Este tipo de cable es el más utilizado por su costo accesible y fácil instalación, sin embargo, a altas velocidades puede resultar vulnerable a las interferencias electromagnéticas producidas por el ambiente [14].

#### **Cable FTP**

El cable de par trenzado con apantallamiento global, comparado con el cable UTP este tampoco tiene apantallamiento en cada uno de sus pares, pero si posee un apantallamiento global adicional a la recubierta de PVC para brindar un mejor nivel de protección ante las interferencias externas del ambiente; su impedancia es de 120 (Ohm), el conector más utilizado es el RJ-45 y el precio de este tipo de cable es intermedio entre el UTP y STP [14].

#### **Cable STP**

El cable de par trenzado apantallado tiene recubierto por una malla conductora cada par que actúa de apantallamiento frente a las interferencias y ruido eléctrico del

ambiente, el nivel de protección ante las perturbaciones externas es mayor al que ofrece un cable UTP. Su impedancia es de 150 (Ohm), el conector que se suele usar es RJ-49. Este cable brinda buenas características ante las radiaciones electromagnéticas pero sus desventajas son el costo y requiere instalación adicional porque este cable necesita interconexión a tierra [14].

➤ **Ángulo de visión de una cámara de video vigilancia**

El sensor en las cámaras de seguridad es el que realiza la transformación de las señales luminosas a señales electrónicas que recibe a través del lente de la cámara. A mayor tamaño de sensor mayor será el ángulo de imagen captada [15].

El ángulo de visión de las cámaras está definido por el tamaño de lente. En la figura 1.8 se puede apreciar que un lente de menos milímetros tiene mayor ángulo de visión que un lente de mayor tamaño, así también mayor visión de profundidad [16]. En las cámaras tipo PTZ se tiene lentes variables, mientras que en las cámaras tubo se puede encontrar diferentes tamaños de lentes sean fijos o varifocales.

Teniendo una relación de: a mayor tamaño del lente obtendremos una mayor distancia de cobertura, pero un ángulo de visión menor. Mientras que, si tenemos un lente de bajo diámetro, tenemos una distancia de cobertura corta y un ángulo de visión amplio.

Tabla referencial sobre distancias y visión de lentes en una cámara de CCTV.

Tamaño del lente	2. 5mm	2. 8mm	3. 6mm	4mm	6mm	8mm	12mm	16mm	25mm	60mm
Angulo de visión	100°	90°	75°	70°	60°	40°	30°	20°	12°	5°
Ve claramente placas de auto a esa distancia	1.5 M	2M	2.5M	3M	5M	7M	10M	20M	25M	50M
Distancia de cobertura	< 5	< 5	5	6	10	20	30-35	50-60	70-80	> 80

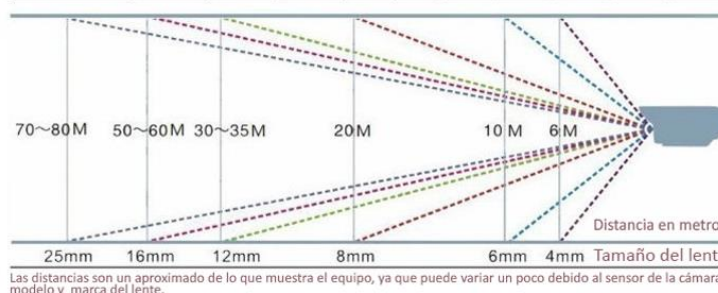


Figura 1. 7 Ángulos de visión según tipo de lente [16]

➤ **Grado de protección IP**

Debido a que las cámaras serán colocadas en el exterior, se debe considerar un parámetro de protección que garantice que la cámara va a soportar las condiciones a las que será expuesta en la intemperie. De acuerdo con el lugar de instalación, las

cámaras y otros equipos eléctricos y electrónicos cumplen con una norma internacional de protección (IP) [17].

El código de protección IP indica que el primer dígito es protección contra el ingreso de objetos y polvo, mientras que el segundo dígito determina el grado de protección contra líquidos. Véase figura 1.9.



Figura 1.8 Nomenclatura código protección IP [17]

### ➤ Niveles de compresión de video

Debido a las grandes cantidades de datos que se transmite a través del sistema producidos por el sistema de video vigilancia, el proceso de decodificar el video con los tipos de compresión ayuda a optimizar el consumo de almacenamiento de la información útil del video y ancho de banda de subida. Dependiendo del nivel de compresión que se use optimiza el tamaño del video sin perder la calidad de imagen [18].

#### **Tipos de compresión más comunes en CCTV**

- MPEG-4 es un algoritmo que captura una imagen completa y la envía, a continuación, envía la diferencia entre imágenes cuando existe algún movimiento, luego vuelve a enviar una imagen completa y el receptor es el encargado de organizar las imágenes en la secuencia correcta [19].
- H.264 es el algoritmo mejorado de MPEG-4 que usa menos ancho de banda para la transmisión y menos espacio de almacenamiento utilizando el mismo principio [19].

- H.265 o codificación de video de alta eficiencia es un nivel de compresión de video, mucho más eficiente que H.264, capaz de realizar una compresión del video en al menos la mitad del espacio que H.264 manteniendo la misma calidad [20].

#### **Características del formato de compresión H.265**

- H.265 es el estándar de compresión de video que ofrece una mayor eficiencia en codificación y una mejor calidad de video [21].
- Comprime el video con una relación del doble de datos con la mitad de la velocidad de bits para mantener la misma calidad de video y reducir al 50% el espacio que ocuparía respecto con H.264 [21].
- H.265 permite comprimir contenidos de alta resolución como: 4k, 2MP, 4MP, 5MP, entre otros; además que su reproducción y descarga sea más eficiente sin necesidad de tener grandes anchos de banda en la red [21].

#### ➤ **Cálculo del ancho de banda y capacidad de almacenamiento**

El ancho de banda y la capacidad de almacenamiento son dos factores importantes en el diseño de sistemas de video vigilancia. Entre los aspectos a considerar para estos cálculos se tiene el número de cámaras, la resolución de la imagen, el tipo de imagen, relación de compresión de video, frecuencias de imagen y complejidad de escenas [22]. Existen varias formas de realizar estos cálculos ya sea de forma manual mediante fórmulas o mediante calculadoras en línea que están especializadas en sistemas de cámaras de seguridad.

El cálculo de ancho de banda mediante fórmulas requiere de los siguientes 3 factores:

1. Fotogramas por segundo (FPS) o velocidad de grabación, cantidad de veces que una cámara captura una imagen para crear un video. Es un valor que debe estar entre 20 y 24 para tener una calidad de imagen optima [23].
2. Promedio de imagen (resolución, calidad y algoritmo de compresión), depende del algoritmo de compresión que se esté usando, también depende de la resolución estática de la imagen de video que se desee enviar y depende de la calidad de escena que se esté observando [23]. Por lo tanto será un dato entregado por el fabricante que depende de las características antes mencionadas.



3. Porcentaje de actividad de la escena, parámetro expresado en un porcentaje (%) que determina cuánto cambian las imágenes de un cuadro (FPS) a otro y qué tanto movimiento existe realmente en la escena de grabación [23].

La ecuación 1.1 permite conseguir la cantidad necesaria de *Bytes* para un segundo de video utilizando los 3 factores mencionados anteriormente y con la ecuación 1.2 se logra obtener el valor de ancho de banda expresado en bits por segundo (bps) ya que se trata de señales digitalizadas.

Espacio para 1 segundo de video [23]

$$\text{Espacio para 1 segundo de video} = \text{FPS} \times \text{Bytes} \times \% \text{Actividad} = [\text{Bps}]$$

Ecuación 1.1

Ancho de banda CCTV [23]

$$\text{BW} = \text{Espacio para 1 segundo de video} \times 8 = [\text{bps}]$$

Ecuación 1.2

Para el cálculo de capacidad de almacenamiento se considera el resultado de la ecuación 1.2 (ancho de banda). La ecuación 1.3 permite calcular la capacidad de almacenamiento necesario del disco duro del equipo videograbador del sistema.

Capacidad de almacenamiento del disco duro [23]

$$\text{Capacidad de almacenamiento} = \text{BW} \times 3600\text{s} \times 24\text{h} = [\text{GB}]$$

Ecuación 1.3

### ➤ **Discos duros especializados para sistemas de video vigilancia**

Existen discos duros especiales para sistemas de video vigilancia, debido a que no todos los discos duros que se comercializan son óptimos para sistemas de grabación de video. El sistema de cámaras de seguridad necesita estar siempre activo y los discos duros que se utilicen deben estar siempre encendidos, por tal razón no se puede ocupar cualquier disco duro porque podría presentar fallas o pérdidas de información. [24]

Las marcas reconocidas de discos duros especializadas en CCTV son:

#### ***Western Digital Purple***

Los discos *Western Digital Purple* están creados para una demanda en condiciones de altas temperaturas como son los sistemas de video vigilancia que están en funcionamiento continuo las 24 horas, los 7 días de la semana. Además, se

encuentran optimizados en capacidades de manejo de energía para admitir hasta 64 cámaras, brindando un nivel de flexibilidad de expansión futura en sistemas de CCTV. Estos discos duros están diseñados para sistemas de seguridad DVR y NVR compatible con muchos de los fabricantes de equipos en vigilancia y seguridad. [25]

### **Seagate**

Los ciclos de trabajo de los entornos de vigilancia son de 95% de escrituras y las unidades están prendidas y funcionando todo el tiempo, *Seagate* ofrece discos duros de almacenamiento para vigilancia con unidades optimizadas que permiten usar menos suministros de energía y producir menos calor. Esto permite tener un sistema de enfriamiento eficiente, además que hay menos probabilidad de fallas potenciales en sistemas donde se almacenan cantidades masivas de información. [26]

## ➤ **Normas de cableado estructurado**

### **Norma ANSI/TIA 569-D**

Norma de recorridos y espacios de telecomunicaciones, especifica los requerimientos para recorridos y espacios de telecomunicaciones para edificios comerciales y de múltiples inquilinos. Esta norma indica el acceso de espacio para proveedores de servicios, donde se ubicarán las salas de entrada, salas de distribución, *racks*, gabinetes, otras instalaciones e infraestructura de telecomunicaciones. Así también las ubicaciones del trayecto del cable, incluyendo áreas por encima del techo, sistemas de piso falsos y de acceso, sistema de soporte de cables, sistemas de conductores e inserciones bajo el piso, trayectos perimetrales, trayectos de montaje en superficie y columnas de servicios públicos [27].

### **Norma ANSI/TIA-568.1-D**

Norma de cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales, indica los requisitos de planificación e instalación de un sistema de cableado estructurado en un entorno de edificio comercial. Esta norma contiene la infraestructura de cableado de telecomunicaciones, topología, instalaciones de entrada, salas de equipos, salas de telecomunicaciones, cerramientos de telecomunicaciones, cableado principal, cableado horizontal, área de trabajo, espacios de edificios para múltiples inquilinos; referencias de requisitos de instalación del cableado, referencias de requisitos de rendimiento de transmisión del cableado, cableado para referencias de puntos de

acceso inalámbricos, referencias de puesta a tierra y unión, referencias de vías de telecomunicaciones, referencias cortafuego, referencias de administración y anexo que aborda la información bibliográfica [28].

### **Norma ANSI/TIA 606C**

Norma de administración para infraestructura de telecomunicaciones, especifica cuatro clases de administración dependiendo el rango de complejidad del cableado:

La clase 1 especifica las necesidades de administración de la infraestructura de telecomunicaciones de un local que tiene un solo cuarto de equipos [29].

La clase 2 especifica las necesidades de administración de la infraestructura de telecomunicaciones de un solo edificio o de un inquilino que tiene un cuarto de equipos con uno o más cuartos de telecomunicaciones [29].

La clase 3 especifica las necesidades de administración de la infraestructura de telecomunicaciones de un campus, incluyendo sus edificios y elementos exteriores de la planta [29].

La clase 4 especifica las necesidades de administración de la infraestructura de telecomunicaciones de múltiples campus o sitios [29].

### **Norma T568B**

Es un estándar de ponchado de cableado estructurado que define la distribución de pines para el terminado de un cable de red de par trenzado en conectores modulares de ocho pines. Es decir, especifica el esquema de cableado para la conexión de cable de par trenzado en conectores RJ-45 de ocho posiciones y conectores para transmisión de datos. Este estándar es parte de la norma de cableado TIA/EIA 568 [30].

En la figura 1.10 Se observa la asignación de par a pin con la norma T568B.

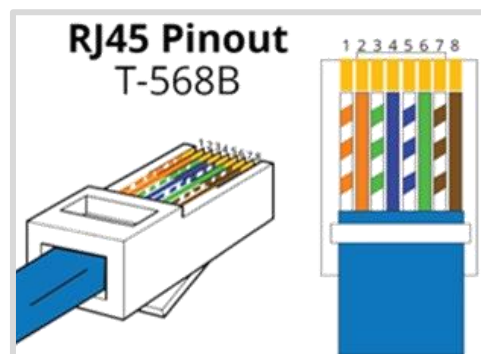


Figura 1.9 Norma de cableado T568B [31]

## 2. METODOLOGÍA

Para la realización del presente proyecto se aplicaron los siguientes métodos, técnicas y procedimientos de investigación.

### 2.1. Métodos

- **Método investigación documental:** Este método está basado en la revisión de textos, artículos, bibliografías, videos entre otros ya existentes sobre el tema [32].

Se ha señalado este método para la realización del proyecto porque se utilizaron libros, informes técnicos, *datasheets*, planos, diapositivas, que han aportado información sobre los diferentes conceptos de sistemas de cámaras de seguridad y den como resultado el diseño del sistema.

### 2.2. Técnicas y procedimientos

En la etapa de estudio de campo se valoraron las áreas más críticas a ser vigiladas mediante las visitas de campo, además el sitio de ubicación de los equipos en base a recomendaciones y características establecidas en la ficha técnica de "Diseño de un sistema de CCTV" [33].

Se realizó un recorrido junto con el personal del GAD de Pifo y el comité del barrio Calluma Bajo, quienes indicaron los sectores de peligrosidad y en donde se han suscitado la mayor parte de actos delictivos.

En la etapa de diseño se compararon marcas y equipos existentes en el mercado actual que cumplan con las perspectivas del proyecto basado en tecnología PoE tomando en consideración costo - beneficio, funcionamiento y disponibilidad en el mercado. *Hikvision* es el proveedor número 1 a nivel mundial con una variedad de gama de productos y soluciones en el área de seguridad en especial de video vigilancia, ofreciendo a sus clientes una plataforma amigable, confiable, compatible además de accesible [34].

Se elaboró un plano a escala de diseño del sistema en el *software* de AutoCAD que corresponde a los puntos de ubicación de las cámaras, trayecto que recorre el cableado y el sitio de cuarto de equipos. El sistema fue diseñado aplicando normas y recomendaciones establecidas para tener un sistema de alto desempeño.

En la etapa de cotización se averiguó en distintas distribuidoras de productos de seguridad electrónica el costo de los equipos, además se realizó un costo estimado de

mano de obra. Estas proformas se les entregó a los moradores del barrio Calluma Bajo para su posterior implementación.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis del sistema de cámaras de video vigilancia

Previo al diseño del sistema de CCTV fue necesario una visita de campo en donde se realizó la toma de medidas correspondientes a las calles principales y pasajes que comprenden el barrio Calluma Bajo; así mismo se evaluaron las áreas a cubrir, se consideraron los puntos de ubicación de las cámaras, trayectoria del cable hacia cada una de ellas, el cuarto de la localización de los equipos y elementos que podrían afectar al sistema.

A continuación, se puede observar en la figura 3.1 un croquis de la vista satelital del barrio Calluma Bajo.



Figura 3.1 Vista Satelital, Barrio Calluma Bajo

El barrio Calluma Bajo se encuentra ubicado geográficamente en la parroquia de Pifo, comprendido por la calle Amazonas y los pasajes San Javier, San Francisco 1 y 2.

En la figura 3.2 se presenta un plano de la ubicación geográfica y dimensiones de las calles y pasajes que conforman el barrio Calluma Bajo. La calle principal cuenta con varios pasajes por lo cual los vecinos son bastante vulnerables a ser víctimas de un asalto, robo a sus viviendas y de otras actividades ilícitas. En esta figura se ha señalado la ubicación de los postes que existen tanto en la calle principal como en sus pasajes con la finalidad de dividir al barrio en sectores para la implementación de los sistemas de video vigilancia, además porque los postes serán los lugares de ubicación de las cámaras.

En el plano se muestra la calle Oriente únicamente como una referencia geográfica ya que la misma no es parte de la solución de cobertura del sistema de video vigilancia del Barrio Calluma Bajo.

La solución integral de seguridad que se diseñará es un sistema de cámaras de seguridad global para el Barrio Calluma Bajo, el mismo que tendrá un control y monitoreo en el Infocentro de la parroquia de Pifo mediante el uso de un *software* cliente propietario; la solución global estará dividida por sistemas de CCTV considerando las necesidades de cada área y tomando en cuenta dos aspectos importantes, que sean viables técnica y económicamente.

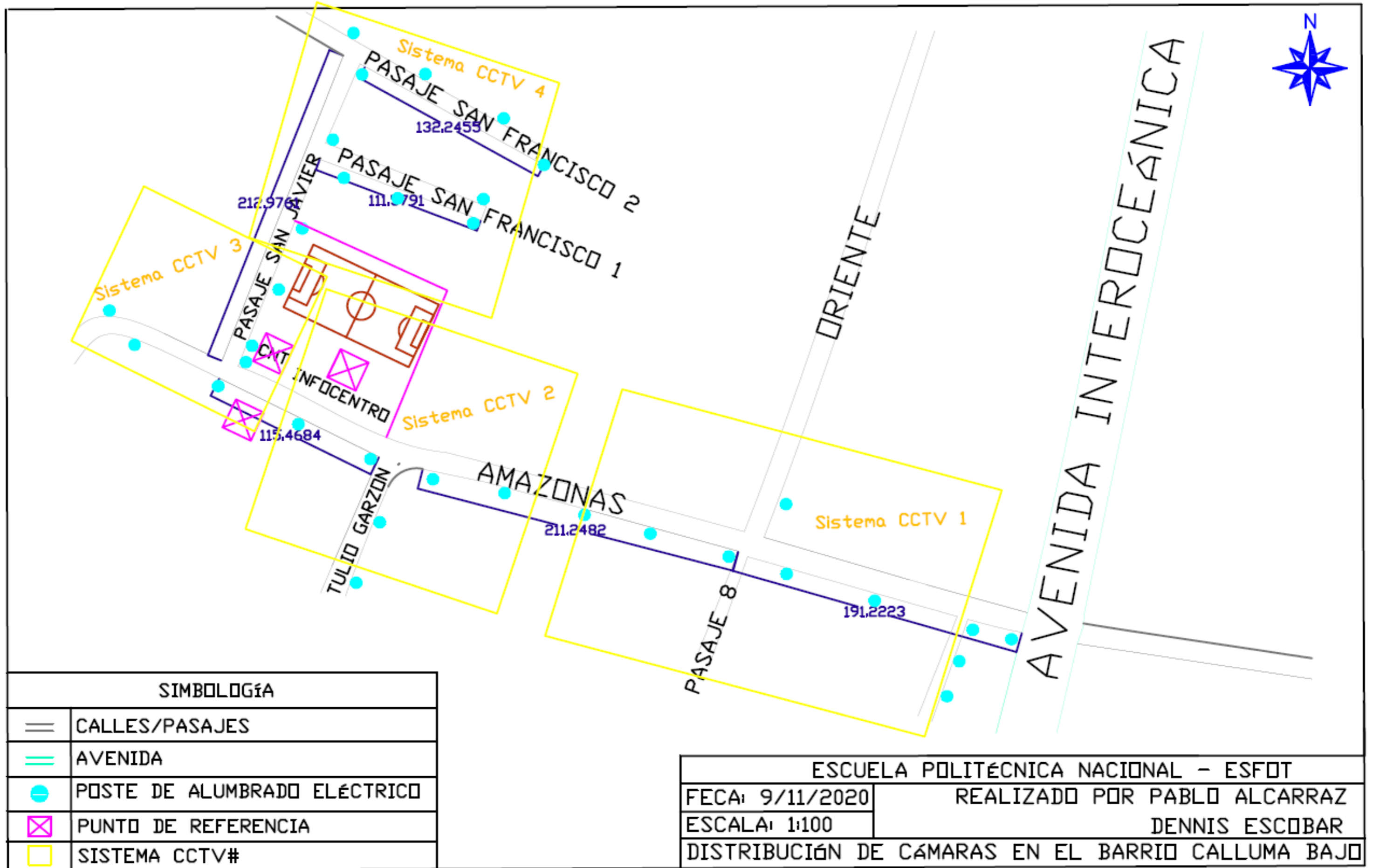


Figura 3.2 Plano de calles y pasajes del barrio Calluma Bajo

El sistema de cámaras de video vigilancia contará con dos niveles de seguridad, uno de alta prioridad y el otro de mediana prioridad, las zonas con nivel de seguridad media son las zonas intermedias de la calle principal y los pasajes, el resto de las áreas como ingresos y salidas de los pasajes, intersecciones entre la calle principal y los pasajes están en un nivel de seguridad alto, debido a que en estos sectores son más vulnerables a que se susciten actos delictivos.

Para brindar una mayor seguridad a los moradores del barrio, se ha decidido dividir al sistema de video vigilancia en 4 sistemas de seguridad.

En la tabla 3.1 se detalla el número de cámaras correspondiente a cada sistema. Para el sistema CCTV 1 se consideró útil manejar 2 cámaras que comprende cubrir desde el ingreso de calle Amazonas por la Av. Interoceánica hasta la intersección del Pasaje 8 y calle Oriente.

Para el sistema CCTV 2 se plantea usar 2 cámaras para cubrir la continuación de la calle Amazonas desde el punto de intersección del Pasaje 8 y calle Oriente dando cobertura hasta el ingreso a la Calle Tulio Garzón.

Para el sistema CCTV 3 se propone tener 1 cámara para continuar con la calle Amazonas desde el ingreso de la calle Tulio Garzón hasta el ingreso del Pasaje San Javier.

Para el sistema CCTV 4 se plantea utilizar 4 cámaras para cubrir el Pasaje San Francisco 1 y 2 y parte del Pasaje San Javier.

En total se utilizarán 9 cámaras ubicadas estratégicamente cubriendo las zonas detalladas anteriormente del Barrio Calluma Bajo.

Tabla 3.1 Número de cámaras de seguridad de acuerdo con las áreas

Número de sistema	Zonas de cobertura	Número de cámaras
Sistema CCTV 1	Calle Amazonas (Ingreso por Av. Interoceánica - Ingreso Pasaje 8 y calle Oriente)	2
Sistema CCTV 2	Calle Amazonas (Ingreso Pasaje 8 y calle Oriente) - Calle Tulio Garzón	2
Sistema CCTV 3	Calle Amazonas (Ingreso Tulio Garzón) - Ingreso Pasaje San Javier	1
Sistema CCTV 4	Pasaje San Francisco 1 – Pasaje San Francisco 2	4
<b>TOTAL</b>		<b>9</b>



## **3.2.Requerimientos del sistema CCTV**

El sistema de video vigilancia que se propone para el barrio Calluma Bajo se basa en la transmisión de video utilizando tecnología PoE, el cableado estructurado estará basado en cable FTP, utilizando cámaras IP de modo que permita una mejor visualización en el proceso de monitoreo.

El diseño del sistema de cámaras de seguridad proyecta utilizar cámaras IP, distribuidas en la calle principal y pasajes del barrio Calluma Bajo de manera estratégica, en base a la visita de campo realizada. Las cámaras serán instaladas en la estructura de los postes considerando la parte eléctrica para asegurar el buen funcionamiento del sistema de video vigilancia.

De acuerdo con lo detallado anteriormente, se estableció los siguientes requerimientos:

### **➤ Elección de la tecnología**

Para el proyecto del barrio Calluma Bajo se ha optado por el diseño de un sistema de CCTV sobre tecnología PoE, considerando sus ventajas de alimentación a través del mismo cable de red, en comparación a los sistemas de alimentación tradicional. En el proyecto se utilizó esta tecnología porque la instalación del sistema de video vigilancia es mucho más sencilla y económica, esto se debe a que la fuente de energía y conexión de datos utilizan un mismo cable de red, evitando un costo significativo al eliminar la instalación de tomacorrientes en la ubicación de cada cámara.

En el proyecto se pretende utilizar equipos inteligentes que tengan compatibilidad con PoE, entre estos se encuentran las cámaras IP PoE y el video grabador NVR PoE, evitando la compra y conexión de un conmutador PoE independiente. De acuerdo con lo mencionado en la sección del marco teórico se tiene para el proyecto cámaras PTZ que pertenecen a la clase 4 porque son dispositivos de alta potencia y las cámaras IP a la clase 2 que son de consumo bajo.

### **➤ Elección del medio de transmisión**

Para la solución integral del sistema, el medio de transmisión a ocupar es el cable FTP categoría 6 para exteriores, debido a que el tendido de cable será a través de los postes sector y este tipo de cable es resistente a la intemperie y adicional brinda mayor protección contra interferencias eléctricas. El medio de transmisión

a utilizar en el barrio se evalúa en la tabla 3.2 tomando en cuenta criterios relevantes que permitan realizar una selección de cable FTP apropiado.

Adicional se toma en cuenta los resultados obtenidos al resolver las ecuaciones 1.1 y 1.2, para determinar que el cable podrá trabajar con el valor obtenido ya que sus características son óptimas para el flujo de datos.

Tabla 2.2 Comparación de las características del medio de transmisión FTP

Características	<i>LinkedPro</i> [35]	D-Link [36]
Modelo	PRO-CAT-6-EXT	NCB-C6SGRYR-305
Conductor	100% Cobre	100% Cobre
Aislamiento	PVC	HD-PE
Frecuencia AB	250 MHz	250 MHz
Certificaciones	UL E488955 ANSI/TIA 560-C.2 ISO/IEC 11801-2Ed CNELEC EN RoSH	ANSI/TIA/EIA-568 C.2 ISO/IEC 60603-7-4 CUL listed RoHs
Aplicaciones	Aplicaciones de datos de alta velocidad, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet. CCTV IP Megapixel / Instalaciones de video análogo / Redes locales de alta velocidad Envíe PoE a largas distancias	Aplicaciones de velocidades 10BASE-T, 100BASE-TX Fast Ethernet y 1000BASE-T / 10000BASE-T / 1000BASE-TX.

En el diseño de este proyecto se utilizó cable FTP de la marca *LinkedPro* por los beneficios que brinda como son: material conductor 100% cobre, apantallamiento global, ancho de banda, velocidad de transmisión y porque las distancias del cableado no sobrepasan del límite permitido. Véase figura 3.3.

En el Anexo I se tiene las características técnicas del cable FTP seleccionado.



Figura 3.3 Cable FTP cat6 de la marca *LinkedPro* [35]

En el diseño se va a realizar un cableado horizontal desde el cuarto de equipos (casa elegida) hacia cada una de las cámaras que corresponde al sistema. El cable FTP a utilizar será de categoría 6, par trenzado de cobre, 120 ohm, velocidad de 1 Gbps, admitiendo la transmisión con un Ancho de Banda (AB) de 250 Mhz [37].

La casa elegida es el cuarto de equipos que se utilizará para cada sistema de video vigilancia en el barrio Calluma Bajo. En cada sistema esta casa fue seleccionada bajo recomendaciones técnicas como su ubicación central en el sistema de CCTV y la facilidad de acceso de canalizaciones del tendido del cableado además de sus requerimientos como son la existencia de Internet y energía eléctrica.

Aplicando las normas de cableado horizontal ANSI/TIA-568.1-D, se puede tener trayectos máximos de 100 m entre el NVR y la cámara. Además, se recomienda emplear la norma de ponchado T568B para la conexión entre los equipos de red, se utiliza conectores RJ-45 categoría 6.

Se usará el cable FTP cat6 porque es un cable blindado que ofrece mayor velocidad de transmisión, mejor desempeño, un mayor ancho de banda para la señal de video, menor susceptibilidad a reducción de desempeño por factores externos como condiciones de ruido ambiental, entre otros beneficios.

#### ➤ **Selección de cámaras**

En los últimos años la producción de las cámaras de seguridad ha experimentado un constante cambio, logrando disminuir los costos de implementación de un sistema de cámaras de video vigilancia. Por consiguiente, las cámaras IP con tecnología PoE se han vuelto accesibles tanto para: barrios, locales comerciales, compañías entre otros lugares que demandan una mayor calidad de imagen. Beneficiándose al utilizar el mismo cable de red para la transmisión de señal de datos y alimentación de la cámara, contando con una gran gama de tipos y modelos de cámaras para ofrecer cobertura a las áreas que se desea monitorear, cada una con características y funcionalidades diferentes. [38]

En la tabla 3.3 se realiza la comparación de las características más importantes de las cámaras PTZ a utilizar en los ingresos y salidas de la calle principal y pasajes.

Tabla 3.3 Comparación de las características de las cámaras PTZ

Características	HIKVISION [39]	DAHUA [40]
Modelo	DS-2DE4225IW-DE	SD49225T-HN
Resolución	2 MP	2 MP
Sensor de imagen	CMOS 1/2.8"	CMOS 1/2.7"
Min. Iluminación	Color: 0.005 Lux B/W: 0.001 Lux	Color: 0.005 Lux B/W: 0.0005 Lux
Mejora de la imagen	HLC / ROI / WDR real 120dB / BLC / HLC / Defog / EIS / 3D-DNR	BLC / HLC / WDR(120dB) / Ultra DNR (2D/3D)
Lente longitud focal	4.8 mm – 120 mm 25 x zoom óptico 16 x zoom digital	4.8 mm – 120 mm 25 x zoom óptico 16 x zoom digital
Ángulo de visión	Horizontal 57.6° - 2.5° Vertical 34.4° - 1.4° Diagonal 64.5° - 2.9°	Horizontal 62.8° - 2.6°
Rango IR	100 m	100 m
Fuente de alimentación	12 VDC PoE	12 VDC PoE
Nivel de protección IP	IP66	IP66
Compresión	H.265+ / H.265 / H.264+ / H.264	H.265+ / H.265 / H.264+ / H.264
Software cliente	VMS-4200 Hik-Connect iVMS-5200 iVMS-4500	Smart PSS DSS DMSS

En la tabla 3.4 se realiza la comparación de las características más significativas de las cámaras tipo tubo varifocal a utilizar como complemento en los ingresos y salidas de la calle principal y pasajes.

Tabla 3.4 Comparación de las características de las cámaras tubo

Características	HIKVISION [41]	DAHUA [42]
Modelo	DS-2CD1623G0-I	DH-IPC-HFW2221R-ZS/VFS-IRE6
Resolución	2 MP	2 MP
Sensor de imagen	CMOS 1/2.8"	CMOS 1/2.7"
Min. Iluminación	0.01 Lux	0.1 Lux
Lente longitud focal	2.8 mm – 12 mm	2.7 mm – 12 mm
Ángulo de visión	Horizontal 98° - 34° Vertical 51° - 19° Diagonal 115° - 40°	Horizontal 99° - 37° Vertical 52° - 21°
Rango IR	30 m	30 m
Fuente de alimentación	12 VDC PoE	12 VDC PoE
Nivel de protección IP	IP67	IP67
Compresión	H.265 / H.264	H.264+ / H.264
Software cliente	VMS-4200 iVMS-5200	Smart PSS DSS

Se requiere cámaras de videovigilancia PoE, que tengan un alcance de aproximadamente 200(m) para detectar una persona y poder identificarla a unos 50(m), adicional que soporte las diferentes condiciones climáticas existentes, así como las condiciones físicas del entorno que puedan afectar al correcto funcionamiento. Además, sabiendo que las cámaras del sistema de CCTV estarán en operación las 24 horas, se requiere que sean de visión nocturna.

Para el diseño del sistema de CCTV se consideró a las siguientes cámaras como la mejor opción. A las cámaras IP PoE *Hikvision* de tipo PTZ modelo DS-2DE4225IW-DE para dar una cobertura y ángulo de visión adecuado, estas cámaras PTZ son cámaras panorámicas que permiten la función de movimiento de manera horizontal y vertical, así mismo realizar un *zoom* ajustable dentro del área de interés; a manera de complemento se utilizó las cámaras IP PoE *Hikvision* de tipo tubo modelo DS-2CD1623G0-I con la finalidad de cubrir de manera fija ciertas áreas.

Las cámaras seleccionadas se muestran en las figuras 3.4 y 3.5 respectivamente.



Figura 3.4 Cámara PTZ DS-2DE4225IW-DE [39]



Figura 3.5 Cámara tubo varifocal DS-2CD1623G0-I [41]

En el Anexo II y III se puede encontrar los datos técnicos de la cámara PTZ y tubo correspondientemente. Se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

- **Altura de colocación**

Un sistema de cámaras de seguridad es efectivo siempre y cuando se tome en cuenta varios factores para el diseño tales como: la altura de instalación, la iluminación, el ángulo, los reflejos, las zonas muertas y el factor de *zoom* en cámaras PTZ. La altura apropiada en áreas externas varía entre los 4 a 5 metros mientras que para áreas internas se recomienda una altura máxima de 3 metros [43] [44].

La altura estimada de colocación de las cámaras es de 4.40(m) debido a que estarán instaladas en los postes de alumbrado y tendido eléctrico con la utilización de un soporte tipo brazo para precautelar que no exista conflicto con la circulación de vehículos por la vía.

- **Sensor, tipo de lente y ángulo de visión**

Para el diseño se utilizará una cámara PTZ de tipo domo de 2 megapíxeles, una óptica de 25X, un rango de lente 4.8 a 120 mm, sensor 1/2.8" con estas características se puede identificar rostros a aproximadamente 80(m) y lograr identificar si hay o no una persona a 300(m). También una cámara tubo de lente variable de 2.8(mm) a 12(mm) el cual permite un ángulo de cobertura de 90° a 30° dependiendo las características de la cámara, con una distancia de visibilidad de incluso 50(m). Esto de acuerdo con la información de la Figura 1.8 sobre ángulos de visión según el tipo de lente ubicado en la sección de marco teórico.

- **Condiciones climáticas**

La protección IP que la cámara PTZ posee es código IP 66, con protección contra polvo y contra aguaceros.

La cámara tubo tiene protección IP 67 indicando que tiene protección contra polvos y la inmersión por un tiempo determinado en líquidos.

Esto de acuerdo con la información de la Figura 1.9 sobre grados de protección IP ubicada en la sección de marco teórico.

- **Tipo de compresión**

El proceso de compresión de video es la codificación y decodificación de este. La compresión de video para el proyecto que se eligió es H.265

porque brinda un ahorro de hasta un 50% del ancho de banda de red y capacidad de almacenamiento del disco duro, conservando una excelente calidad de video.

- **Visión nocturna**

Las cámaras de video vigilancia tienen incorporados un sistema de infrarrojos que son utilizados para tener una visualización por la noche o en espacios con poca iluminación, la iluminación infrarroja que poseen las cámaras seleccionadas es de 100(m) con la cámara PTZ y 30(m) con la cámara tubo varifocal con una visión de video a blanco/negro, valores indicados anteriormente en las características técnicas de las cámaras.

- **Software cliente**

Para tener un monitoreo general del sistema de video vigilancia del barrio, se ha seleccionado el *software* iVMS-4200 debido a la compatibilidad con cámaras IP, PTZ, NVR, DVR y alarmas. Permite visualización en tiempo real, grabación de video, búsqueda remota y reproducción. Una de las características más importantes es la posibilidad de implementar las cámaras en los puntos de un mapa electrónico, el cual consiste en una representación gráfica de la ubicación de las cámaras, lo que permite al personal de guardianía o persona encargada del monitoreo localizar a presuntos intrusos [45].

- **Cálculo del ancho de banda y capacidad de almacenamiento**

Aplicando las características del formato de compresión descritas en la sección 1 del marco teórico, los valores de las cámaras a utilizar son: calidad de grabación 20 FPS, ocupando algoritmo de compresión H.265+, calidad estándar y resolución de 1080P se tiene un promedio de imagen de 4 KB; el promedio de porcentaje de actividad 100% equivalente a grabar continuamente las 24 horas del día y los 7 días de la semana.

Como se observa la recomendación en la sección séptima del marco teórico. Se utilizó 20 FPS, ya que con este valor se tiene una imagen almacenada con una buena resolución y velocidad. El tamaño promedio de *Bytes* es un valor entregado por el fabricante del equipo de video grabador considerando la resolución, calidad y tipo de compresión. En el porcentaje de actividad se consideró el 100% porque se tiene un escenario cambiante, donde existe constantes cambios de movimiento como el que se da en un barrio por ejemplo circulación de vehículos, personas las 24 horas del día.

Aplicando las dos fórmulas antes mencionadas en la sección 1 del marco teórico, el ancho de banda efectivo de subida que la red de datos necesita para visualizar una cámara es:

$$BW = 20 \text{ FPS} \times 4 \text{ KB} \times 100\% \times 8$$

$$BW = 640 \text{ kbps}$$

El ancho de banda de subida necesario para visualizar simultáneamente las 9 cámaras en el monitoreo del GAD o Infocentro es:

$$BW_{\text{CCTV}} = 640 \text{ kbps} \times 9$$

$$BW_{\text{CCTV}} = 5.76 \text{ Mbps}$$

El ancho de banda efectivo de subida para el sistema es de 5.76 Mbps, tomar en consideración que la velocidad del proveedor de servicio de Internet es nominal por tal razón siempre es mucho más alta que la velocidad efectiva necesaria.

Para el cálculo de capacidad de almacenamiento del disco duro para una cámara en un día:

$$\text{Capacidad de almacenamiento} = 640 \text{ kbps} \times 3600\text{s} \times 24\text{h}$$

$$\text{Capacidad de almacenamiento} = 55.3 \text{ GB}$$

El ancho de banda y capacidad de almacenamiento para cada sistema del sistema integral se muestra en la tabla 3.5, para los respectivos cálculos se utilizaron las fórmulas antes mencionadas en la sección uno del marco teórico con respecto al cálculo del ancho de banda y capacidad de almacenamiento.

Tabla 3.5 Ancho de banda y capacidad de almacenamiento para cada sistema

Número de sistema	Ancho de banda	Capacidad de almacenamiento por día
Sistema CCTV 1	1.28 Mbps	0.12 TB
Sistema CCTV 2	1.28 Mbps	0.12 TB
Sistema CCTV 3	640 kbps	55.3 GB
Sistema CCTV 4	2.56 Mbps	0.22 TB

### ➤ Selección del equipo de grabación y almacenamiento

Debido a la tecnología seleccionada, será necesaria la utilización de un equipo grabador NVR PoE para la administración y almacenamiento de manera eficaz de los datos de video. Para la selección de este equipo es importante considerar el número de cámaras soportadas, además tener en cuenta un porcentaje de



ampliación futura del sistema. En la tabla 3.6 se realiza la comparación de las características técnicas entre dos grabadores de similares especificaciones.

Tabla 3.6 Comparación técnica del equipo grabador NVR

Características	HIKVISION [46]	DAHUA [47]
Modelo	DS-7604NI-K1/4P	DHI-NVR2104-P-4KS2
Entradas de video IP	4 canales IP PoE	4 canales IP PoE
Salidas de video	HDMI / VGA	HDMI / VGA
Compresión efectiva	75%	50%
Resolución de grabación	8 MP / 6 MP / 5 MP / 4 MP / 3 MP / 1080p / UXGA / 720p / VGA / 4CIF / DCIF / 2CIF / CIF / QCIF	8MP / 6MP / 5MP / 4MP / 3MP / 1080P / 720P / D1 & etc.
Formato de decodificación	H.265 / H.265+ / H.264 / H.264+ / MPEG4	H.265 / H.264
Discos duros compatibles	1 x 6 TB	1 x 6 TB
PoE	IEEE 802.3 af / at Alimentación ≤ 50 W	IEEE 802.3 af / at Alimentación 50 W

Debido al número de cámaras IP PoE, se utilizará para el diseño un NVR *Hikvision* modelo DS-7604NI-K1/4P de 4 canales con un disco duro de 1 TB o 2 TB para cada uno de los sistemas que conforman la solución CCTV del barrio Calluma Bajo, véase figura 3.6.

La capacidad del disco duro se seleccionó teniendo en cuenta el número de cámaras, la resolución y el tiempo de almacenamiento de la información del sistema. Para los sistemas 1, 2 y 3 se recomienda utilizar un disco duro de 1 TB y para el sistema 4 un disco duro de 2TB. La grabación y reproducción de video que ofrece el equipo de forma local es mediante los puertos de salida de VGA, HDMI y para la reproducción de forma remota mediante la conexión a Internet visualizándolo en dispositivos móviles y computadores.

En el Anexo IV se puede encontrar las características técnicas del NVR.



Figura 3.6 NVR *Hikvision* DS-7604NI-K1/4P [46]

### ➤ Selección del equipo de visualización y gestión

El uso de equipos de visualización y gestión en los sistemas de CCTV son de gran ayuda para la persona encargada del monitoreo de las cámaras. Entre los dispositivos más utilizados para esta función están los monitores, televisores y PC's.

Para la visualización, gestión y configuración en tiempo real de los equipos de administración se deberá usar un monitor de 65" el cual tendrá que ser compatible con la conexión HDMI o VGA del NVR. La resolución debe ser mínimo un 40% por encima de la resolución de las cámaras, así también se debe considerar que soporte la resolución del equipo video grabador caso contrario no se podrá procesar o mostrar el video. [48] Este equipo estará ubicado en el Infocentro de la parroquia de Pifo, donde se llevará a cabo el monitoreo. Además, se pretende utilizar el *software* cliente de la marca *Hikvision* en un computador para el control y monitoreo remoto.

En la figura 3.7 se muestra un ejemplo de monitor/televisor.



Figura 3.7 Equipo de monitoreo [49]

### 3.3. Diagrama del sistema de video vigilancia

En la figura 3.8 se muestra el diagrama global de video vigilancia para el barrio Calluma Bajo, consiste en 9 cámaras IP PoE, 4 videograbadores NVR PoE y un monitor - televisor.

El sistema global está dividido en 4 sistemas como se había mencionado anteriormente, el sistema 1 y 2 tienen una cámara PTZ y una cámara varifocal; el sistema 3 solo 1 cámara PTZ y el sistema 4 tiene 2 cámaras PTZ y 2 cámaras varifocal.

Las 9 cámaras planteadas, manejarán una nomenclatura de identificación que será detallada más adelante en la parte del diseño del sistema de cámaras de seguridad, serán conectadas a cada puerto *Local Area Network* (LAN) PoE del NVR del sistema correspondiente, admitiendo la transmisión del video y alimentación para cada cámara. Se enlazarán cada puerto LAN del NVR mediante un *patch cord* al puerto LAN 4 del *router* del proveedor de Internet de cada cuarto de equipos (casa seleccionada). Obteniendo así salida al Internet para realizar el monitoreo remoto del sistema integral de CCTV en el Infocentro del barrio Calluma Bajo mediante el monitor de 65 pulgadas; el monitoreo remoto de cada sistema de CCTV se lo realizará mediante dispositivos móviles o computadores con la finalidad de que cada morador del barrio Calluma Bajo pueda revisar las cámaras mediante su celular en cualquier momento y no solo el propietario donde se encuentran instalados los equipos.

El monitoreo de todas las cámaras del sistema integral de CCTV se realizará mediante un computador utilizando el *software* iVMS-4200 además un televisor-monitor que será conectado a la interfaz HDMI o VGA de computador, esta computadora debe tener acceso a Internet. Se utilizó un NVR PoE de 4 puertos para cada sistema cubriendo los requerimientos del proyecto quedando una escalabilidad en cada uno de ellos, si en algún momento el sistema requiere ser ampliado para satisfacer la necesidad que se requiera.

### **3.4. Diseño del sistema de video vigilancia**

En esta etapa se realizó el diseño del sistema de seguridad para la calle Amazonas, pasajes San Javier, San Francisco 1 y 2 utilizando el *software* de *AutoCAD* para ubicar los puntos de las cámaras y cuartos de equipos en cada área estratégica del barrio, además realizar la trayectoria del cableado que permita el enlace entre las cámaras y los dispositivos de seguridad localizados en cada cuarto de equipos.

Para tener un sistema integral organizado se recomienda el uso de una nomenclatura, con la finalidad de facilitar las tareas de operaciones de mantenimiento o en caso de algún inconveniente en el sistema de cámaras.

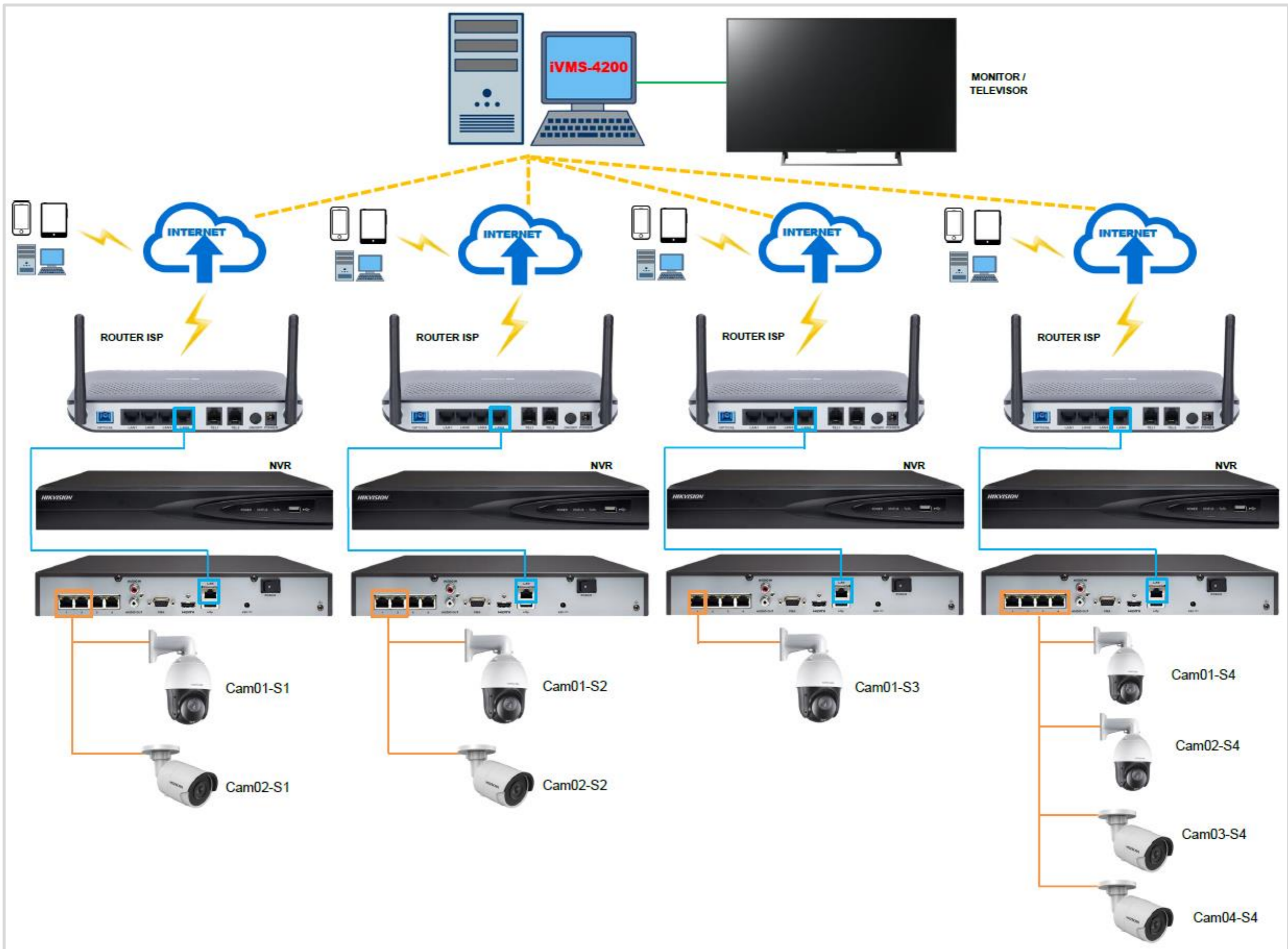


Figura 3.8 Diagrama del sistema de video vigilancia

El diseño presenta una nomenclatura apoyada en la norma ANSI/TIA 606C clase 1, que permitirá la identificación de las cámaras mediante el número de cámara y al sistema que corresponde. Véase figura 3.9.



Figura 3.9 Nomenclatura del sistema

En donde cada variable significa:

- **Cam# → Número de cámara**  
Variará entre el número de cámaras que tenga cada sistema.
  
- **S# → Número de sistema**
  - P1 → Sistema 1
  - P2 → Sistema 2
  - P3 → Sistema 3
  - P4 → Sistema 4

En la figura 3.10 se muestra el diseño del sistema de video vigilancia para el barrio Calluma Bajo, se indica los puntos de ubicación de las cámaras como el trayecto del cable FTP para la conexión entre ellos. Así mismo, se indica los sitios seleccionados para la ubicación de los cuartos de equipos correspondiente a cada sistema.

También se observa el trayecto del cableado correspondiente desde cada cámara hasta el cuarto de equipos correspondiente, se aplicó la norma de cableado ANSI/TIA 569-D referida a recorridos y espacios de telecomunicaciones en edificios comerciales.

En la figura 3.11 se ha señalado todo el sistema de CCTV del barrio Calluma Bajo con la cobertura de las cámaras para cada sistema, como se puede visualizar se tiene una buena cobertura por parte de las cámaras seleccionadas permitiendo al barrio tener un monitoreo apropiado del mismo.

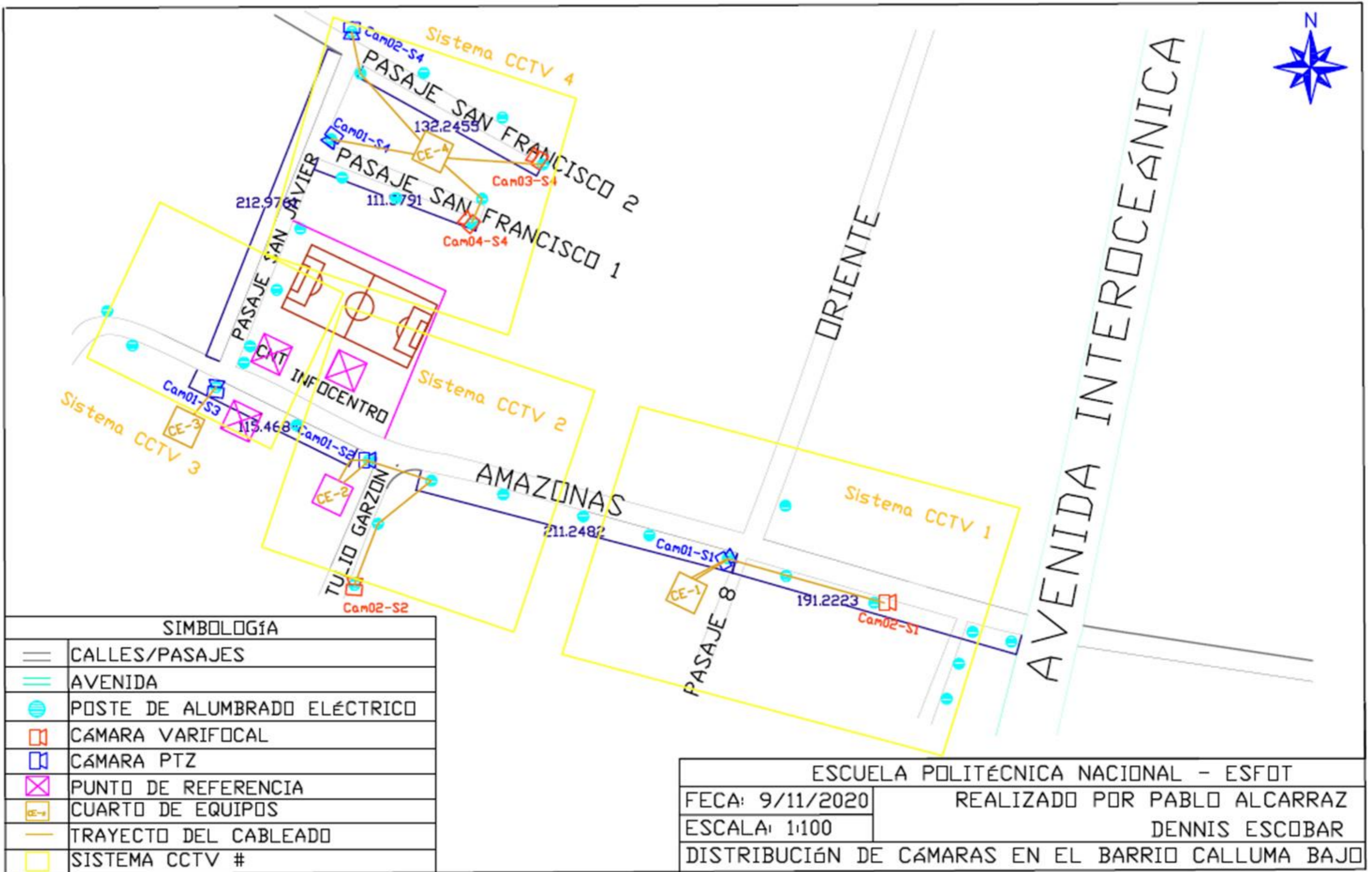


Figura 3.10 Diseño del sistema integral CCVT

Como se muestra en la tabla 3.7 para el dimensionamiento de la longitud del cable FTP a usar, se consideró las distancias y el trayecto del cableado de la figura 3.10 entre las casas destinadas como cuarto de equipos y cada cámara correspondiente instalada en el poste, adicional de una holgura por cada trayecto de cableado a instalar.

Tabla 3.7 Longitud de cable a utilizar por cada sistema de CCTV

Número de sistema	Longitud de cable a utilizar (m)
Sistema CCTV 1	140
Sistema CCTV 2	220
Sistema CCTV 3	60
Sistema CCTV 4	308

El sistema CCTV 1 da cobertura a una parte de la calle Amazonas, cubriendo desde el ingreso por la Av. Interoceánica hasta la intersección con el pasaje 8 y calle Oriente. Este sistema cuenta con 2 cámaras ubicadas estratégicamente ofreciendo una cobertura a la zona mediante la cámara varifocal Cam02-S1 que está ubicada en el tercer poste de la calle Amazonas ingresando por la Av. Interoceánica, la misma que estará apuntando hacia la Avenida Interoceanica; la cámara PTZ Cam01-S1 está en el poste junto a la casa S2-22, la misma que estará configurada para 270° de oscilación; la casa mencionada anteriormente será el cuarto de equipos para este sistema. Mediante la cámara PTZ se pretende cubrir la calle Amazonas tanto hacia el Sur de la intercesión con el pasaje 8 y calle Oriente como hacia el Norte de este, mientras que con la cámara varifocal se complementa la vigilancia del ingreso a la calle Amazonas.

El sistema CCTV 2 continua con la vigilancia para el siguiente tramo de la calle Amazonas, cubriendo desde la intersección con el pasaje 8 y calle Oriente hasta el ingreso de la calle Tulio Garzón. Este sistema cuenta con una cámara PTZ Cam01-S2 en el poste con franjas rojo/blanco/azul junto a la casa S1-164, la misma que estará configurada para 270° de oscilación, la cual está destinada a cubrir el ingreso de la calle Tulio Garzón y desde su intersección hacia el Sur de la calle Amazonas; la segunda cámara Cam02-S2 está ubicada en el poste junto a la casa celeste del sector, la camara estará apuntando hacia la esquina de la calle amazonas y la entrada al Pasaje Tulio Grazon. La casa S1-164 está destinada para el cuarto de equipos.

El sistema CCTV 3 tiene una sola cámara PTZ Cam01-S3, la misma que está ubicada en el poste junto a la Quinta del ingreso al pasaje San Javier. Esta cámara

brinda cobertura en tres direcciones hacia el Norte, cubriendo el ingreso al pasaje San Javier, desde la intersección hacia abajo, hacia el Este de la calle Amazonas y el ingreso al pasaje San Javier, la misma que estará configurada para 180° de oscilación; el cuarto de equipos del sistema 3 es en la Quinta que se encuentra en el ingreso del pasaje San Javier.

En el sistema CCTV 4 se tiene la cobertura de los pasajes San Javier y San Francisco 1 y 2, este sistema cuenta con 4 cámaras distribuidas de la siguiente manera: La cámara PTZ Cam01-S4 está ubicada en el poste de la intersección de los pasajes San Javier y San Francisco 2 la misma que cubre la salida del pasaje San Javier y el ingreso al pasaje San Francisco 2, la misma que estará configurada para 90° de oscilación. Como complemento de vigilancia para el pasaje San Javier se colocó una cámara PTZ Cam02-S4 en el poste en la intersección con el pasaje San Francisco 2, la misma que estará configurada para 90° de oscilación. Las dos cámaras restantes dan cobertura al pasaje San Francisco 1, la cámara varifocal Cam03-S4 está ubicada en el poste al final del pasaje San Francisco 2, enfocando a la entrada principal y la cámara varifocal Cam04-S4 se encuentra ubicada en el poste al final del pasaje San Francisco 1 contrapuesta a la cámara de ingreso, enfocando a la entrada principal del pasaje. El cuarto de equipos es la casa central entre los dos pasajes San Francisco.

Para la cobertura de cada cámara, se consideró la distancia de la calle principal y los pasajes que conforman el barrio Calluma Bajo, como se muestra en la figura 3.11.



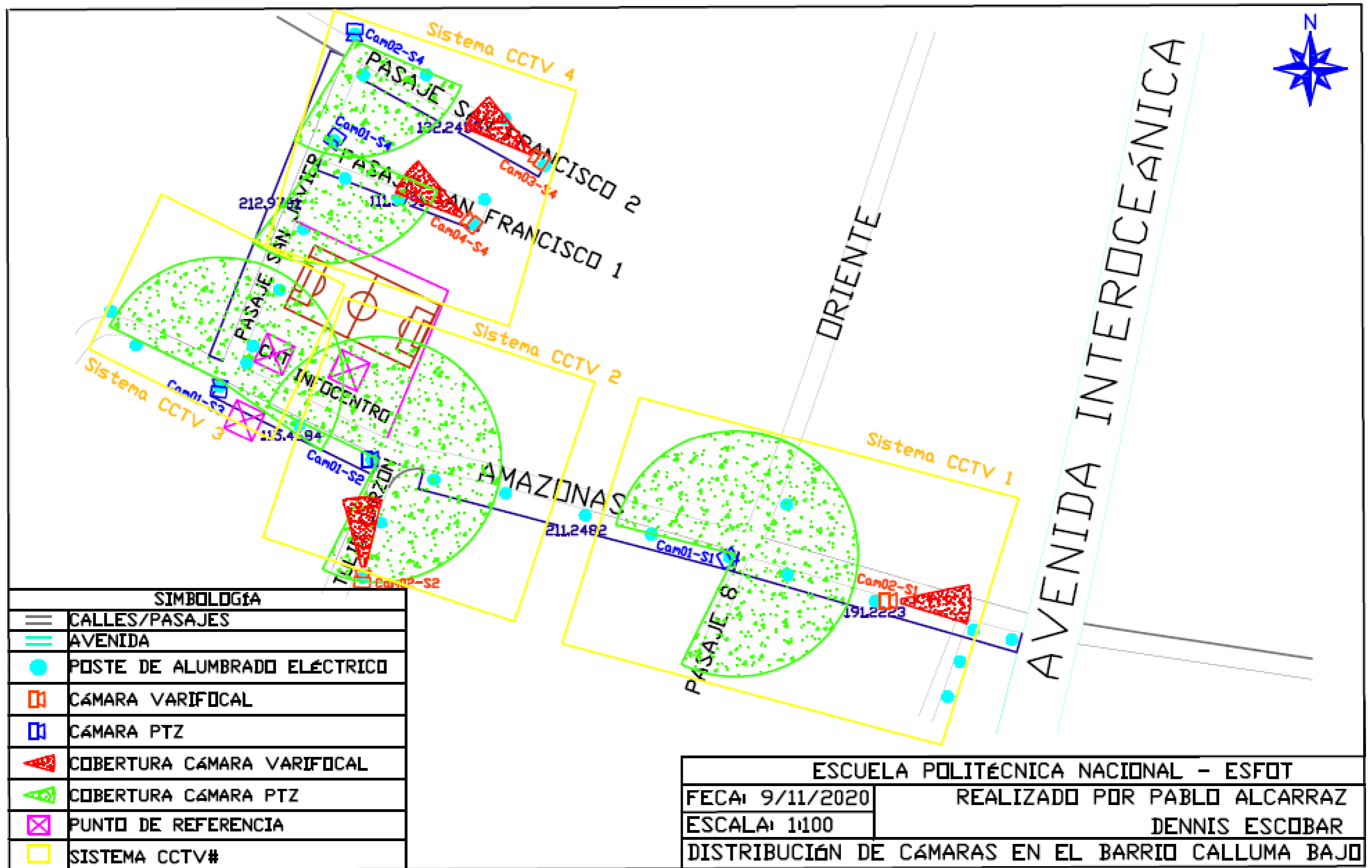


Figura 3.11 Plano de cobertura del sistema integral CCTV

### 3.5. Presupuesto del sistema de video vigilancia

Se realizó cotizaciones de cada uno de los equipos y elementos necesarios para la implementación del proyecto, considerando aspectos tanto técnicos como económicos de los moradores del barrio. Se cotizó a varios proveedores con los cuales se trabajó para determinar el presupuesto. En el Anexo V y VI se presenta las cotizaciones realizadas.

En la tabla 3.8 se procede a detallar los costos de los equipos del sistema global de CCTV. También se puede observar un costo total referencial para la implementación del diseño del sistema de seguridad mediante tecnología PoE en el barrio Calluma Bajo, lo cual está acorde a las ofertas del mercado y tecnologías actuales.

Tabla 3.8 Cotización para el sistema integral CCTV

Descripción de equipos	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Cámara <i>Hikvision</i> DS-2DE4225IW-DE	5	437,23	2186,16
Cámara <i>Hikvision</i> DS-2CD1623G0-I	4	123,60	494,40
NVR <i>Hikvision</i> DS-7604NI-K1/4P	4	142,39	569,57
Disco Duro <i>Wester Digital purple</i> 1TB	3	63,68	191,05
Disco Duro <i>Wester Digital purple</i> 2TB	1	85,82	85,82
Soporte de pared <i>Hikvision</i> para PTZ	5	50,28	251,40
Soporte metálico para cámaras <i>Hikvision</i> tubo	4	30,00	120,00
Cable FTP Cat 6 Exterior Blindado Caja 305m	3	210,00	630,00
Monitor Televisor 65"	1	948,00	948,00
Regulador De Voltaje	4	19,98	79,92
Materiales de instalación	1	180,00	180,00
Instalación, Configuración y Programación CÁMARA PTZ	4	160,00	640,00
Instalación, Configuración y Programación de CÁMARA FIJA/VARIFOCAL	5	25,00	125,00
<b>Subtotal</b>			6.501,32
<b>IVA</b>			780,16
<b>Total</b>			<b>\$7.281,48</b>

En la tabla 3.9 se puede observar los valores presupuestados de la solución para el sistema CCTV 1, el cual cuenta con 1 una cámara PTZ, 1 cámara varifocal, 1 NVR de 4 canales, también los elementos complementarios soportes de cámaras, 1 disco duro de 1TB, materiales de instalación y mano de obra.

Tabla 3.9 Cotización sistema CCTV 1

Descripción de equipos	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Cámara <i>Hikvision</i> DS-2DE4225IW-DE	1	437,23	437,23
Cámara <i>Hikvision</i> DS-2CD1623G0-I	1	123,60	123,60
NVR <i>Hikvision</i> DS-7604NI-K1/4P	1	142,39	142,39
Disco Duro <i>Wester Digital purple</i> 1TB	1	63,68	63,68
Soporte de pared <i>Hikvision</i> para PTZ	1	50,28	50,28
Soporte metálico - cámaras <i>Hikvision</i> tubo	1	30,00	30,00
Cable Ftp Cat 6 Exterior Blindado Caja 305m	140 m	1,45	203,00
Regulador De Voltaje	1	19,98	19,98
Materiales de instalación	1	40,00	40,00
Instalación, Configuración y Programación CÁMARA PTZ	1	160,00	160,00
Instalación, Configuración y Programación de CÁMARA FIJA/VARIFOCAL	1	25,00	25,00
<b>Subtotal</b>			1.295,16
<b>IVA</b>			155,42
<b>Total</b>			<b>\$1.450,58</b>

En la tabla 3.10 se muestra la cotización de la solución para el sistema CCTV 2, que consta de 1 una cámara PTZ, 1 cámara varifocal, 1 NVR de 4 canales, entre otros aspectos considerados para la estimación del precio como disco duro de 1TB, materiales de instalación, soportes y mano de obra.

Tabla 30 Cotización sistema CCTV 2

Descripción de equipos	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Cámara <i>Hikvision</i> DS-2DE4225IW-DE	1	437,23	437,23
Cámara <i>Hikvision</i> DS-2CD1623G0-I	1	123,60	123,60
NVR <i>Hikvision</i> DS-7604NI-K1/4P	1	142,39	142,39
Disco Duro <i>Wester Digital purple</i> 1TB	1	63,68	63,68
Soporte de pared <i>Hikvision</i> para PTZ	1	50,28	50,28
Soporte metálico - cámaras <i>Hikvision</i> tubo	1	30,00	30,00
Cable Ftp Cat 6 Exterior Blindado Caja 305m	220 m	1,45	319,00
Regulador De Voltaje	1	19,98	19,98
Materiales de instalación	1	40,00	40,00
Instalación, Configuración y Programación CÁMARA PTZ	1	160,00	160,00
Instalación, Configuración y Programación de CÁMARA FIJA/VARIFOCAL	1	25,00	25,00
<b>Subtotal</b>			<b>1.411,16</b>
<b>IVA</b>			<b>169,34</b>
<b>Total</b>			<b>\$1.580,50</b>

En la tabla 3.11 se muestra la cotización de la solución para el sistema CCTV 3, que cuenta de 1 una cámara PTZ, 1 NVR de 4 canales, entre otros materiales necesarios para la implementación del sistema disco duro de 1TB, materiales de instalación, soporte y mano de obra.

Tabla 4 Cotización sistema CCTV 3

Descripción de equipos	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Cámara <i>Hikvision</i> DS-2DE4225IW-DE	1	437,23	437,23
NVR <i>Hikvision</i> DS-7604NI-K1/4P	1	142,39	142,39
Disco Duro <i>Wester Digital purple</i> 1TB	1	63,68	63,68
Soporte de pared <i>Hikvision</i> para PTZ	1	50,28	50,28
Cable Ftp Cat 6 Exterior Blindado Caja 305m	60 m	1,45	87,00
Continua en la siguiente pagina			

Descripción de equipos	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Regulador De Voltaje	1	19,98	19,98
Materiales de instalación	1	20,00	40,00
Instalación, Configuración y Programación CÁMARA PTZ	1	160,00	160,00
<b>Subtotal</b>			<b>1.000,56</b>
<b>IVA</b>			<b>120,07</b>
<b>Total</b>			<b>\$1.120,63</b>

En la tabla 3.12 se muestra la cotización para la solución del sistema CCTV 4, que cuenta de 2 cámaras PTZ, 2 cámaras varifocales, 1 NVR de 4 canales, entre otros materiales como disco duro de 2TB, soportes y mano de obra.

Tabla 3.12 Cotización sistema CCTV 4

Descripción de equipos	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Cámara <i>Hikvision</i> DS-2DE4225IW-DE	2	437,23	874,46
Cámara <i>Hikvision</i> DS-2CD1623G0-I	2	123,60	247,20
NVR <i>Hikvision</i> DS-7604NI-K1/4P	1	142,39	142,39
Disco Duro <i>Wester Digital purple</i> 2TB	1	63,68	63,68
Soporte de pared <i>Hikvision</i> para PTZ	2	50,28	100,56
Soporte metálico - cámaras <i>Hikvision</i> tubo	2	30,00	60,00
Cable FTP Cat 6 Exterior Blindado Caja 305m	308 m	1,45	446,60
Regulador De Voltaje	1	19,98	19,98
Materiales de instalación	1	40,00	40,00
Instalación, Configuración y Programación CÁMARA PTZ	1	160,00	160,00
Instalación, Configuración y Programación de CÁMARA FIJA/VARIFOCAL	3	25,00	75,00
<b>Subtotal</b>			<b>2.229,87</b>
<b>IVA</b>			<b>267,58</b>
<b>Total</b>			<b>\$2.497,45</b>

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- El barrio Calluma Bajo de la parroquia de Pifo debido a su estructura ha incrementado el nivel de actividades delictivas. En el barrio la modalidad de robos es a través de arranches sobre todo a estudiantes en todo momento intensificándose por las noches, este es el objetivo de haber realizado el diseño del Sistema de Video Vigilancia para brindar una tranquilidad preventiva visual al sector.
- La solución integral diseñada con tecnología PoE para el barrio tiene la finalidad de brindar un sistema fiable que permita a los moradores tener un sistema de seguridad con un monitoreo centralizado, considerando que la tecnología PoE facilita la implementación del sistema en comparación a los sistemas tradicionales porque mediante esta tecnología es posible el envío de datos de video y alimentación por un solo cable UTP o FTP, evitando la instalación de puntos eléctricos.
- La tecnología digital PoE es una de las más utilizadas en la actualidad porque permiten una escalabilidad del sistema con un costo mínimo, debido a que se necesita menos cableado en el sistema.
- La solución por sistemas divididos fue una idea de solución en relación costo beneficio dada la situación económica de los moradores del barrio, sin embargo, cada sistema cumple con los requerimientos necesarios. En algunos casos la solución es más económica esto se debe al número de cámaras que varía en las diferentes zonas por sus distancias.
- Las visitas de campo al barrio y el uso del *software* AutoCAD, permitieron elaborar un plano escala en los cuales se colocaron los elementos que componen la solución integral haciendo uso de distancias apropiadas, así mismo permitió estimar la cantidad necesaria de equipos y materiales para el sistema. Para el diseño se consideró factores como el reflejo, contra luz, fuentes que pueden producir fallos en la transmisión.
- El medio de transmisión utilizado para el diseño ofrece características óptimas para la implementación futura del sistema, porque el cable FTP reduce significativamente las interferencias debido a su blindaje y soporta ambientes de la intemperie.
- En el sistema diseñado se eligió la marca *Hikvision* por su gran variedad de soluciones y productos en sistemas de video vigilancia, fácil instalación, y porque

mediante su *software* cliente iVMS-4200 permite tener un monitoreo centralizado sin necesidad de realizar un enlace cableado desde los videograbadores hasta el sitio de monitoreo reduciendo significativamente el costo de implementación del sistema.

- El NVR utilizado admite cámaras de alta resolución, además su grabación y transmisión de video recibido no tiene pérdidas de calidad en la imagen gracias a que las imágenes son procesadas directamente desde cada una de las cámaras del sistema de CCTV y no se realiza el proceso de conversión como en los sistemas de video vigilancia analógicos.
- Las cámaras utilizadas para la solución integral son de tipo PTZ con *zoom*, visión nocturna, detección de objetos, cruce de líneas, entre otras funciones inteligentes; considerando que el barrio presenta un perímetro amplio y entornos dinámicos que requieren un grado aceptable de seguimiento de objetos se ha seleccionado estas cámaras PTZ que además se complementan con cámaras fijas para una mejor cobertura.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que la implementación del sistema sea realizada por personal capacitado en este tipo de sistemas de seguridad, estas mismas personas sean las encargadas de realizar un control periódico del mantenimiento preventivo de los equipos con la finalidad de prevenir daños en los mismos.
- Los espacios que serán ocupados como cuartos de equipos y cuarto central de monitoreo se recomienda adecuarlos según como los técnicos de instalación lo soliciten siguiendo las recomendaciones que ellos brinden.
- Se recomienda realizar una capacitación del manejo del software de monitoreo a las personas que serán las encargadas del monitoreo, con la finalidad de un manejo y funcionamiento del sistema, así también evitar daños al manipular reduciendo el riesgo de dejar inoperativas las cámaras de seguridad.
- Se recomienda crear cuentas de usuarios para tener una administración adecuada del manejo del sistema, con los privilegios requeridos por cada uno evitando el ingreso de personas no autorizadas al sistema.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Imsel Seguridad, «Qué es CCTV y cuál es su función,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.imsel.com/que-es-cctv-y-cual-es-su-funcion/>. [Último acceso: 7 Septiembre 2020].
- [2] issy81 SEGURIDAD INFORMÁTICA, «Sistema CCTV,» 19 Noviembre 2014. [En línea]. Available: <https://issy81seguridadinformatica.wordpress.com/2014/11/19/sistema-cctv/>. [Último acceso: 7 Septiembre 2020].
- [3] CCTV , «CÁMARA DE SEGURIDAD DOMO VS CÁMARA BULLET,» 19 Junio 2018. [En línea]. Available: <https://www.cctvbarato.com/blog/camaras-de-seguridad/camara-de-seguridad-domo-vs-camara-bullet#:~:text=DIFERENCIAS%20ENTRE%20UNA%20C%81MARA%20DE%20SEGURIDAD%20DOMO%20Y%20UNA%20C%81MARA%20DE%20SEGURIDAD%20BULLET&text=Ambas%20c%81maras%20son%20%20C3>. [Último acceso: 7 Septiembre 2020].
- [4] AXIS, «Cámaras PTZ,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.axis.com/es-es/products/ptz-cameras>. [Último acceso: 7 Septiembre 2020].
- [5] ANTIUN, «Cámaras de seguridad CCTV,» [En línea]. Available: <https://antiun.com/camaras-de-seguridad-cctv/>. [Último acceso: 7 Septiembre 2020].
- [6] CÁMARAS DE VIGILANCIA, «Grabadores DVR CCTV,» [En línea]. Available: <https://camarasdevigilancia.tienda/camaras-de-vigilancia/grabadores-dvr-cctv/>. [Último acceso: 7 Septiembre 2020].
- [7] M. Gamarra, «EL DVR,» Abril 2017. [En línea]. Available: <http://iejpvg4cgamarra.blogspot.com/p/el-dvrconceptorabador-de-video-digital.html>. [Último acceso: 13 Septiembre 2020].
- [8] Alibaba.com, «Monitor de videovigilancia,» 2020. [En línea]. Available: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/10-inch-bnc-cctv-camera-test-security-lcd-monitor-447446703.html>. [Último acceso: 13 Septiembre 2020].
- [9] Alarmas Hogar 24, «Accesorios y Medios de Transmisión. CCTV III,» 13 Julio 2014. [En línea]. Available: <http://alarmashogar24.com/accesorios-y-medios-de-transmision-cctv-iii/>. [Último acceso: 13 Septiembre 2020].
- [10] T. & C. M. & S. T. & T. A. Marola, «Medios de transmisión,» [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/tecnologia4a16/medios-de-transmision>. [Último acceso: 13 Septiembre 2020].
- [11] F. García, VIDEOVIGILANCIA: CCTV USANDO VIDEOS IP, España: Vértice, 2011, pp. 127-129.
- [12] J. Du, «¿Qué es las ventajas y posibles desventajas de POE para cámaras IP?,» 10 Marzo 2016. [En línea]. Available:



- <https://www.mvteamcctv.com/es/news/What-s-the-advantages-and-possible-disadvantages-of-POE-for-IP-cameras.html>. [Último acceso: 30 Diciembre 2020].
- [13] fs.com, «Definición de PoE, tipos de PoE y ventajas de PoE,» 15 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://community.fs.com/es/blog/what-is-power-over-ethernet-and-how-to-add-poe-in-network.html>. [Último acceso: 30 Diciembre 2020].
- [14] F. Gumiel, «Diferencias entre los cables de par trenzado UTP, STP y FTP,» Equipo Comercial de TelecOable, 26 Junio 2017. [En línea]. Available: <https://www.telecable.com/blog/diferencias-entre-cable-utp-stp-y-ftp/1374>. [Último acceso: 30 Diciembre 2020].
- [15] TecniTran Telecomunicaciones, «Cámaras de videovigilancia: locales, empresas, comunidades de vecinos,» 11 Junio 2015. [En línea]. Available: <https://www.tecnitran.es/cameras-de-videovigilancia-caracteristicas-que-debo-considerar/>. [Último acceso: 3 Septiembre 2020].
- [16] TVC, «ANGULO DE VISION SEGUN EL TIPO DE LENTE,» 16 Mayo 2017. [En línea]. Available: <http://foro.tvc.mx/kb/a240/angulo-de-vision-segun-el-tipo-de-lente.aspx>. [Último acceso: 3 Septiembre 2020].
- [17] ELECTRONICA, «Protección IP en equipos eléctricos o electrónicos,» 21 Septiembre 2018. [En línea]. Available: <http://electronica-del-milagro.blogspot.com/2018/09/proteccion-ip-en-equipos-electricos-o.html>. [Último acceso: 3 Septiembre 2020].
- [18] redatel, «6 BENEFICIOS DEL H.265 EN SISTEMAS DE VIDEOVIGILANCIA IP,» Junio 2018. [En línea]. Available: <https://www.redatel.net/html/6-beneficios-del-h265-en-sistemas-de-videovigilancia-ip.html>. [Último acceso: 1 Enero 2021].
- [19] C. Martins, «Entienda como funcionan los CODECs para CCTV,» 4 Enero 2017. [En línea]. Available: <https://aprendacctv.com/entienda-como-funcionan-los-codecs-para-cctv/?fbclid=IwAR2TyGFtfj3EyqeEY6GoW2Zd3swSWFsSfJGr1U7ghUuMSw0itSddzOzZeEU>. [Último acceso: 1 Enero 2021].
- [20] A. Garcia, «H.264 vs H.265: ¿Por qué es tan importante este nuevo codec?,» 29 Septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.adslzone.net/2016/09/29/h-264-vs-h-265-tan-importante-este-nuevo-codec/>. [Último acceso: 1 Enero 2021].
- [21] R. Adeva, «Qué es HEVC, el formato de compresión de vídeo del futuro,» 24 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.adslzone.net/reportajes/tecnologia/que-es-hevc/>. [Último acceso: 1 Enero 2021].
- [22] rnds, «Ancho de banda y almacenamiento,» [En línea]. Available: [http://www.rnds.com.ar/articulos/059/Cap\\_12.pdf](http://www.rnds.com.ar/articulos/059/Cap_12.pdf). [Último acceso: 6 Septiembre 2020].

- [23] S. Mitugi, «Seguridad Electrónica CCTV,» 1 Marzo 2018. [En línea]. Available: [https://issuu.com/mitugi.shiraki/docs/libro\\_de\\_cctv](https://issuu.com/mitugi.shiraki/docs/libro_de_cctv). [Último acceso: 10 Septiembre 2020].
- [24] C. Sanchez, «tecnosineria,» 2020. [En línea]. Available: <https://tecnosineria.zendesk.com/hc/es/articles/360003808292--Que-tipo-de-discos-duros-son-recomendados-en-CCTV->. [Último acceso: 10 Febrero 2021].
- [25] Western Digital. Online, 2020. [En línea]. Available: <https://shop.westerndigital.com/es-la/products/internal-drives/wd-purple-sata-hdd#WD10PURZ>. [Último acceso: 10 Febrero 2021].
- [26] Seagate, «Discos duros diseñados específicamente para videovigilancia digital,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.seagate.com/la/es/tech-insights/purpose-built-hard-drives-for-digital-video-surveillance-master-ti/>. [Último acceso: 10 Febrero 2021].
- [27] V. Maguire, «ANSI/TIA-569-D: Telecommunications Pathways and Spaces,» 16 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://blog.siemon.com/standards/ansitia-569-d-telecommunications-pathways-and-spaces#:~:text=This%20Standard%20specifies%20requirements%20for,facilities%20and%20infrastructure%20is%20located..> [Último acceso: 1 Enero 2021].
- [28] blog.siemon.com, «ANSI/TIA-568.1-D: Commercial Building Telecommunications Cabling,» 6 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://blog.siemon.com/standards/ansitia-568-c-1-commercial-building>. [Último acceso: 2 Enero 2021].
- [29] V. Maguire, «ANSI/TIA-606-C: Administration Standard for Telecommunications Infrastructure,» 13 Julio 2017. [En línea]. Available: <https://blog.siemon.com/standards/ansitia-606-c-administration-standard-for-telecommunications-infrastructure>. [Último acceso: 1 Enero 2021].
- [30] J. Ellis, «T568A Y T568B,» 6 Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.comms-express.com/infozone/article/t568a-and-t568b/>. [Último acceso: 2 Enero 2021].
- [31] S. Lopez, «Pinout cable paralelo de red T568B colores,» 15 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.soluciones.si/blog/2020/02/15/pinout-cable-paralelo-de-red-t568b-colores/>. [Último acceso: 2 Enero 2021].
- [32] A. Normanns, «Investigación Documental,» 19 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/471318910/2-Investigacion-Documental-ARNENOMO-2020-pdf>. [Último acceso: 29 Agosto 2020].
- [33] R. Junghanss, «Diseño de un sistema de CCTV,» [En línea]. Available: [http://www.rnds.com.ar/articulos/038/RNDS\\_144W.pdf](http://www.rnds.com.ar/articulos/038/RNDS_144W.pdf). [Último acceso: 2020 Agosto 29].
- [34] Hikvision, «HIKVISION,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.hikvision.com/es-la/about-us/company-profile/>. [Último acceso: 29 Agosto 2020].

- [35] epcom, «linkedpro Category 6 FTP Cable,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.epcom.net/product/PRO-CAT-6-EXT-LINKEDPRO-66735.html>. [Último acceso: 01 Septiembre 2020].
- [36] D-Link, «D-Link Cat 6 23AWG FTP Cable,» [En línea]. Available: <http://dlink-me.com/pdf/NCB-C6SGRYR-305.pdf>. [Último acceso: 2 Septiembre 2020].
- [37] telecocable, «Blog de TelecOcable: actualidad en cable y conexión electrónica,» 26 Junio 2017. [En línea]. Available: <https://www.telecocable.com/blog/diferencias-entre-cable-utp-stp-y-ftp/1374>. [Último acceso: 2 Septiembre 2020].
- [38] @prendacctv.com, «Las ventajas de las cámaras IP,» 17 Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://aprendacctv.com/las-ventajas-de-las-camaras-ip-mejor-articulo/>. [Último acceso: 2 Septiembre 2020].
- [39] HIKVISION, «DS-2DE4225IW-DE,» [En línea]. Available: [https://www.hikvision.com/mtsc/uploads/product/accessory/Datasheet\\_of\\_DS-2DE4225IW-DE\\_20171212\(2\).pdf](https://www.hikvision.com/mtsc/uploads/product/accessory/Datasheet_of_DS-2DE4225IW-DE_20171212(2).pdf). [Último acceso: 2 Septiembre 2020].
- [40] Dahua, « DH-SD49225T-HN,» 2018. [En línea]. Available: [https://www.dahuasecurity.com/asset/upload/uploads/soft/20190517/DH-SD49225T-HN\\_Datasheet\\_20190517.pdf](https://www.dahuasecurity.com/asset/upload/uploads/soft/20190517/DH-SD49225T-HN_Datasheet_20190517.pdf). [Último acceso: 3 Septiembre 2020].
- [41] HIKVISION, «DS-2CD1623G0-I(Z),» 2016. [En línea]. Available: [https://shopdelta.eu/pdf/ds-2cd1623g0-i\\_kk\\_en.pdf](https://shopdelta.eu/pdf/ds-2cd1623g0-i_kk_en.pdf). [Último acceso: 2 Septiembre 2020].
- [42] DAHUA, «DH-IPC-HFW2221R-ZS/VFS-IRE6,» [En línea]. Available: [https://www.dahuasecurity.com/asset/upload/download/dh-ipc-hfw2221r-zsvfs-ire6\\_de\\_high.pdf](https://www.dahuasecurity.com/asset/upload/download/dh-ipc-hfw2221r-zsvfs-ire6_de_high.pdf). [Último acceso: 3 Septiembre 2020].
- [43] The Security World, «Tips para la colocación de cámaras de vigilancia,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.securityworld.com.ec/index.php/noticias/novedades/86-noticias-security/149-tips-para-la-ubicacion-de-las-camaras-de-vigilancia>. [Último acceso: 3 Septiembre 2020].
- [44] G. Hernández, «La altura correcta de la cámara,» 26 Octubre 2018. [En línea]. Available: <https://www.ventasdeseguridad.com/2018102610978/articulos/analisis-tecnologico/la-altura-correcta-de-la-camara.html>. [Último acceso: 3 Septiembre 2020].
- [45] HIKVISION, «iVMS-4200,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.hikvision.com/es-la/products/software/ivms-4200/>. [Último acceso: 4 Septiembre 2020].
- [46] HIKVISION, «DS-7600NI-K1/P (B) SERIES NVR,» 2017. [En línea]. Available: [https://www.hikvision.com/content/dam/hikvision/products/S000000001/S000000002/S000000007/S000000026/OFR000040/M000000560/Data\\_Sheet/Datas](https://www.hikvision.com/content/dam/hikvision/products/S000000001/S000000002/S000000007/S000000026/OFR000040/M000000560/Data_Sheet/Datas)

- heet-of\_DS-7600NI-K1\_P-B-NVR\_3.4.96\_20181102.pdf. [Último acceso: 4 Septiembre 2020].
- [47] DAHUA, «DHI-NVR2104-P-4KS2,» [En línea]. Available: <https://www.cedrus.hu/images/adatlappdf/DHI-NVR2104-P-4KS2.pdf>. [Último acceso: 4 Septiembre 2020].
- [48] G. Cortés, «¿Cuántos monitores necesitamos en un sistema de CCTV? (II),» 26 Octubre 2012. [En línea]. Available: <https://www.ventasdeseguridad.com/201210266737/articulos/enfoques-miscelaneos/icuantos-monitores-necesitamos-en-un-sistema-de-cctv-ii.html>. [Último acceso: 10 Febrero 2021].
- [49] oechsle.pe, «Televisor NanoCell 4K UHD Smart TV 65" SM9500,» [En línea]. Available: <https://www.oechsle.pe/lg-televisor-nanocell-4k-ultra-hd-smart-tv-65-sm9500-1462399/p>. [Último acceso: 13 Septiembre 2020].
- [50] @prenda cctv, «Qué es el CODEC H.265, las ventajas y los problemas en CCTV,» 20 Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://aprendacctv.com/que-es-el-codec-h-265-las-ventajas-y-los-problemas-en-cctv/>. [Último acceso: 4 Septiembre 2020].