



# **INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO MARIANO SAMANIEGO**

*El Instituto Católico de la Frontera Sur*

## **TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD**

Diseño e Implementación de una Alarma para Mejorar la Seguridad del Laboratorio de Electricidad del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego

**Autores:**

Abad Pardo Romario Nahúm

Martínez Jiménez Omar Fabricio

**Director:**

Ing. Ramos Tituana Richard Miguel

CARIAMANGA - 2023

### **Certificación**

Yo, **RICHARD MIGUEL RAMOS TITUANA**, certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

---

Richard Miguel Ramos Tituana  
**Director de Tesis**

### **Autoría**

Yo, **ROMARIO NAHÚM ABAD PARDO**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

---

Romario Nahúm Abad Pardo

Yo, **OMAR FABRICIO MARTÍNEZ JIMÉNEZ**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

---

Omar Fabricio Martínez Jiménez

## **Agradecimientos**

Primeramente, agradezco a Dios por darme la fortaleza para seguir adelante y por haberme guiado por el buen camino. A mi familia, por sus consejos y por instarme a nunca darme por vencido. No puedo dejar de agradecerles por su apoyo incondicional durante mis estudios. A los ingenieros de la institución que me brindaron la oportunidad de compartir sus conocimientos, permitiéndome crecer en mi carrera. A mis compañeros de clase, que, a pesar de las dificultades que enfrentamos, siempre estuvieron a mi lado, apoyándome y ofreciendo sugerencias cruciales para el desarrollo de la investigación. Mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me respaldaron, me animaron a seguir adelante y a no rendirme. A esos seres que siempre desean el bienestar y la prosperidad de los demás, les doy las gracias de todo corazón.

*Romario Nahúm Abad Pardo*

En primer lugar, doy infinitas gracias a Dios por haberme proporcionado la fuerza y el valor para culminar esta etapa de mi vida. Agradezco profundamente la confianza y el apoyo brindado por mi familia. También agradezco al ITSMS por haberme permitido formarme como profesional y a los docentes y demás mentores que compartieron sus conocimientos a lo largo de mis años de estudio. Finalmente, agradezco a mis compañeros y amistades que siempre confiaron en mí.

*Omar Fabricio Martínez Jiménez*

### **Cesión de Derechos**

Por el presente documento, nosotros, ROMARIO NAHÚM ABAD PARDO y OMAR FABRICIO MARTÍNEZ JIMÉNEZ, autores de la tesis titulada "Diseño e Implementación de una Alarma para Mejorar la Seguridad del Laboratorio de Electricidad del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego", reconocemos y aceptamos que la tesis de grado que hayamos realizado con el apoyo académico del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego forma parte del patrimonio intelectual de dicha institución.

Por tanto, cedemos y transferimos al Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego todos los derechos de propiedad intelectual derivados de la mencionada tesis establecidos por la ley.

Esta cesión tiene efecto a partir de la entrega de nuestro trabajo de titulación.

---

Romario Nahúm Abad Pardo

---

Omar Fabricio Martínez Jiménez

### **Dedicatoria**

Lleno de mucha felicidad, cariño y entusiasmo, dedico esta tesis a mi querida madre, quien ya no se encuentra conmigo, pero que siempre me apoyó a lo largo de este proceso de estudio. También quiero dedicarla a mi querido padre y hermanos, quienes han sido de mucha ayuda para mí, brindándome fuerzas cada día para seguir adelante, nunca rendirme y lograr las metas que me propuse.

*Romario Nahúm Abad Pardo*

Dedico el resultado de este trabajo de tesis a mi familia, especialmente a mis padres que me apoyaron a lo largo de este proceso. También quiero dedicar este trabajo a mis compañeros y amigos, quienes fueron una parte fundamental en este proceso. A mis hermanos y al resto de mi familia, agradezco el apoyo que siempre recibí de ellos.

*Omar Fabricio Martínez Jiménez*

## Resumen

Este proyecto está enfocado en reducir posibles accesos no autorizados a los laboratorios del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego. Para realizar este proceso se empleó una metodología que incorporó un análisis de amenazas, en función de puntos de acceso vulnerables, es decir se realizó una inspección completa de las instalaciones de la institución. Como resultado, se propuso un sistema modular que combina el uso de cámaras y sensores de movimiento, ubicados de manera estratégica, para lograr corregir este tipo de infiltraciones. La implementación del sistema contribuye de manera significativa a la seguridad del laboratorio, debido a que se han realizado pruebas del funcionamiento del sistema, obteniendo resultados satisfactorios tanto de los sensores como de las video cámaras, así como también la activación sonora del dispositivo de alarma.

**Palabras clave:** Seguridad, Laboratorio de Electricidad, Cámaras de Seguridad, Metodología, Sensores de Movimiento.

## **Abstract**

This project is aimed at reducing potential unauthorized access to the laboratories of the Mariano Samaniego Superior Technological Institute. To accomplish this, a methodology was employed that included a threat analysis, focusing on vulnerable access points; this entailed a comprehensive inspection of the institution's facilities. As a result, a modular system was proposed that combines the use of cameras and motion sensors, strategically placed, to effectively address such security breaches. The implementation of this system significantly enhances the safety of the laboratory. Tests have been conducted to ensure the system's efficacy, yielding satisfactory outcomes from both the sensors and the security cameras, as well as the auditory activation of the alarm device.

**Keywords:** Safety, Electricity Lab, Security Cameras, Methodology, Motion Sensors.

## Índice de Contenido

Índice de Contenido .....	1
Índice de Figuras .....	5
Índice de Tablas .....	8
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>10</b>
1.1 Introducción.....	11
1.2 Antecedentes.....	11
1.3 Planteamiento del Problema.....	13
1.4 Objetivos .....	14
1.4.1 Objetivo General .....	14
1.4.2 Objetivo Específico .....	14
1.5 Justificación.....	15
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>16</b>
2.1 Metodología.....	17
2.1.1 Análisis y Evaluación de Amenazas.....	17
2.1.2 Estadísticas de Crimen Local.....	18
2.1.3 Recolección de Datos Preliminares.....	19
2.1.4 Identificación de los Activos .....	20
2.1.5 Análisis de Vulnerabilidad y Requerimientos de Seguridad.....	20
2.1.6 Establecimiento y Consideraciones de Perímetros de Seguridad para la Protección de Activos.....	21
2.1.7 Identificación de Perímetro de Control. ....	21
2.1.8 Requerimientos Generales del Sistema .....	22

2.2 Marco Teórico .....	23
2.2.1 Definiciones de Términos Básicos .....	23
2.2.2 Sistema de Seguridad.....	25
2.2.3 Clasificación de los Sistemas de Alarma.....	26
2.2.4 Tecnología de Vídeo para Instituciones Educativas .....	29
2.2.4.1 Visión General. ....	29
2.2.4.2 El Papel de la Luz y la Reflexión.....	30
2.2.4.3 Iluminación Natural.....	32
2.2.4.4 Iluminación Artificial. ....	32
2.2.4.5 Sistema de Video.....	33
2.2.4.6 Lentes de la Cámara. ....	34
2.2.4.7 Resolución de una Imagen. ....	35
2.2.4.8 Tipos de Cámaras de Seguridad Según la Resolución. ....	35
2.2.5 Alimentación y Fuentes para Cámaras de Seguridad.....	36
2.2.5.1 Fuentes para Cámaras de Seguridad. ....	36
2.2.5.2 Dimensionamiento de Fuentes Eléctricas DC.....	37
2.2.6 Generalidades de los Conductores .....	38
2.2.6.1 Ampacidad. ....	38
2.2.6.2 Carga Continua. ....	39
2.2.6.3 Caída de Tensión. ....	39
2.2.6.4 Porcentajes Admisibles de Caída de Tensión.....	42
2.2.7 Cableado y Conexión.....	42

2.2.7.1 Cables Ethernet para Cableado de Sistemas de Seguridad de Cámaras.....	42
2.2.7.2 Sensores de Movimiento.....	43
2.2.8 Almacenamiento .....	44
2.3 Desarrollo .....	45
2.3.1 Diseño del Sistema .....	45
2.3.1.1 Diseño Conceptual.....	45
2.3.1.2 Selección de Componentes.....	46
2.3.1.3 Ubicación Estratégica del Sistema de Cámaras.....	49
2.3.1.4 Requerimientos Eléctricos.....	54
2.3.2 Cálculo de Conductor desde TDS a Tablero de Fuente.....	55
2.3.3 Dimensionamiento Interruptor Termomagnético.....	58
2.3.4 Cálculo de Almacenamiento.....	58
2.3.5 Planos Eléctricos.....	59
2.3.6 Esquemas Electrónicos.....	63
2.4 Implementación .....	64
2.4.1 Constancia de Etapa de Implementación .....	66
2.4.2 Configuración del Sistema .....	73
2.4.3 Programación del Sistema .....	74
2.4.4 Materiales y Herramientas .....	75
2.4.5 Presupuesto.....	76
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>78</b>
3.1 Análisis .....	79

3.1.1 Verificación .....	79
3.1.2 Constancia de Etapa de Implementación .....	81
3.1.3 Análisis de Resultados de la Implementación del Sistema .....	85
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>87</b>
4.1 Conclusiones .....	88
4.2 Recomendaciones .....	89
<b>Referencias .....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>93</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Etapas del desarrollo del sistema de seguridad .....	17
<b>Figura 2:</b> Robo a domicilios en Ecuador. ....	19
<b>Figura 3:</b> Robo a unidades económicas .....	19
<b>Figura 4:</b> Planos de las instalaciones del ISTMS.....	22
<b>Figura 5:</b> Clasificación de los sistemas de alarma comerciales. ....	27
<b>Figura 6:</b> Sistema de vídeo de una sola cámara.....	29
<b>Figura 7:</b> Escena de vídeo y geometría del sensor.....	31
<b>Figura 8:</b> Cámara de video, escena y fuente de iluminación.....	33
<b>Figura 9:</b> Comparando el ojo humano con la lente de una cámara de video .....	34
<b>Figura 10:</b> Sistema de seguridad.....	45
<b>Figura 11:</b> Cámara ABQ elegida .....	47
<b>Figura 12:</b> Kit Paradox SP4000 .....	49
<b>Figura 13:</b> Ubicación de componentes .....	49
<b>Figura 14:</b> Posible barrido de cámara PTZ #1 .....	50
<b>Figura 15:</b> Angulo de barrido de cámara PTZ #1.....	51
<b>Figura 16:</b> Posibles barridos de cámara PTZ #2 .....	52
<b>Figura 17:</b> Angulo de barrido de cámara PTZ #2.....	53
<b>Figura 18:</b> Barrido sensores de movimiento .....	53
<b>Figura 19:</b> Barrido total del sistema se seguridad.....	54
<b>Figura 20:</b> Conductor desde TDS a Tablero de Fuente .....	56
<b>Figura 21:</b> Diagrama eléctrico unifilar .....	61

<b>Figura 22:</b> Simbología usada en planos .....	62
<b>Figura 23:</b> Diagrama conexión periféricos a placa SP4000 .....	63
<b>Figura 24:</b> Esquema de conexión de periféricos.....	63
<b>Figura 25:</b> Secuencia de instalación para cada elemento.....	64
<b>Figura 26:</b> Pasos a seguir para la instalación .....	65
<b>Figura 27:</b> Topología de conexión estrella del proyecto.....	66
<b>Figura 28:</b> Verificación previa de elementos a usar .....	66
<b>Figura 29:</b> Instalación Tablero de Fuente (TDF) .....	67
<b>Figura 30:</b> Instalación de mangueras .....	67
<b>Figura 31:</b> Instalación tarjeta de control en panel .....	67
<b>Figura 32:</b> Instalación de Sirena de seguridad.....	68
<b>Figura 33:</b> Instalación de luz piloto de alarma.....	68
<b>Figura 34:</b> Instalación de soporte para sensores infrarrojos .....	68
<b>Figura 35:</b> Conexión de sensores infrarrojos .....	69
<b>Figura 36:</b> Conexión de periféricos a tarjeta de control.....	69
<b>Figura 37:</b> Instalación de sensores.....	69
<b>Figura 38:</b> Ubicación de sensor corto alcance .....	70
<b>Figura 39:</b> Conexión final de periféricos .....	70
<b>Figura 40:</b> Instalación sensores de largo alcance.....	70
<b>Figura 41:</b> Instalación cámara #2 .....	71
<b>Figura 42:</b> Software para configuración de cámaras.....	71
<b>Figura 43:</b> Instalación de extensión de router.....	71

<b>Figura 44:</b> Conexion a Internet desde controlador .....	72
<b>Figura 45:</b> Software Paradox Insite Gold .....	72
<b>Figura 46:</b> Programación del sistema de alarma .....	72
<b>Figura 47:</b> Secuencia de funcionamiento del sistema.....	74
<b>Figura 48:</b> Presupuesto de total del proyecto. ....	76
<b>Figura 49:</b> Requerimientos mínimos de funcionamiento .....	79
<b>Figura 50:</b> Paneo estacionamiento mecánica.....	81
<b>Figura 51:</b> Barrido de la entrada del laboratorio.....	81
<b>Figura 52:</b> Barrido de las aulas del laboratorio .....	81
<b>Figura 53:</b> Barrido de muro de la entrada .....	82
<b>Figura 54:</b> Barrido de muro de los baños.....	82
<b>Figura 55:</b> Barrido del muro del laboratorio de electricidad.....	82
<b>Figura 56:</b> Barrido te los tejados.....	83
<b>Figura 57:</b> Prueba de detección y funcionamiento.....	83
<b>Figura 58:</b> Pruebas de funcionamiento de sensor .....	83
<b>Figura 59:</b> Pruebas de respaldo de energía .....	84
<b>Figura 60:</b> Pruebas de intrusión .....	84
<b>Figura 61:</b> Pruebas de notificaciones por celular.....	84

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Análisis de amenazas.....	20
<b>Tabla 2:</b> Lista de elementos utilizados en el plano.....	21
<b>Tabla 3:</b> Requerimientos del sistema de seguridad .....	23
<b>Tabla 4:</b> Tipificación de los sistemas de alarmas comerciales .....	28
<b>Tabla 5:</b> Niveles de luz en condiciones diurnas y nocturnas .....	32
<b>Tabla 6:</b> Comparativa resolución vs pixeles.....	35
<b>Tabla 7:</b> Resolución de cámaras .....	35
<b>Tabla 8:</b> Tabla de Ampacidad para Conductores de Cobre y Aluminio .....	40
<b>Tabla 9:</b> Capacidad de corriente para cables y cordones flexibles.....	41
<b>Tabla 10:</b> Tipos de Cable Ethernet .....	42
<b>Tabla 11:</b> Tipos de sensores de movimiento .....	43
<b>Tabla 12:</b> Componentes necesarios para la implementación del sistema.....	46
<b>Tabla 13:</b> Ponderación sistema de cámaras .....	46
<b>Tabla 14:</b> Características Técnicas Cámaras.....	47
<b>Tabla 15:</b> Ponderación sistema de sensores .....	48
<b>Tabla 16:</b> Características técnicas Kit de Alarma.....	48
<b>Tabla 17:</b> Ubicación de componentes.....	50
<b>Tabla 18:</b> Requerimientos Eléctricos .....	54
<b>Tabla 19:</b> Consideraciones para elección de conductor .....	57
<b>Tabla 20:</b> Capacidad de protección en función del calibre del conductor.....	58
<b>Tabla 21:</b> Materiales usados.....	75

<b>Tabla 22:</b> Herramientas utilizadas.....	76
<b>Tabla 23:</b> Matriz de verificación .....	80
<b>Tabla 24:</b> Análisis de la implementación.....	85

## CAPÍTULO I

## 1.1 Introducción

Las instituciones educativas que prestan servicios en áreas técnicas manejan equipos y herramientas que son utilizadas por los estudiantes para realizar prácticas pre-profesionales, el coste que representan estos equipos es considerablemente elevado por este motivo, es necesario prestar atención a la seguridad no solo de las personas que se encuentran en estas instalaciones, sino también de los equipos y materiales que allí se albergan (Wysokińska, 2020). En este sentido, el presente trabajo abordará, desde un punto de vista teórico y práctico, la necesidad de implementar un sistema de seguridad adecuado que permita afrontar estos desafíos.

Este proyecto se propone desarrollar un sistema de alarma adaptado a las necesidades de un entorno educativo. Para lograr esto, se recolectará y analizará información sobre cómo implementar y diseñar este tipo de sistemas, incluyendo el uso de tecnologías como videocámaras y sensores. Además, uno de los aspectos clave que se tratará en esta investigación es la realización de un correcto funcionamiento de sensores y cámaras.

Asimismo, se identificarán los requerimientos específicos del instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego con el fin de buscar soluciones comerciales existentes en el mercado que puedan adaptarse a estas necesidades. Este análisis permitirá la selección de las tecnologías y componentes más adecuados para cumplir con los objetivos de seguridad establecidos. Por tanto, el objetivo de este estudio es implementar un sistema de seguridad en un entorno educativo de manera metodológica. Al seguir un enfoque estructurado, se aspira a identificar y mitigar posibles vulnerabilidades para crear un ambiente educativo más seguro.

## 1.2 Antecedentes

Los sistemas de vigilancia de seguridad digital han experimentado una notable evolución desde sus inicios. Antes de la era digital, las escuelas y las empresas dependían principalmente de sistemas de vigilancia analógicos, que presentaban desafíos en términos de almacenamiento y gestión de datos. Sin embargo, la segunda mitad de la década del

2000 marcó un punto de inflexión con un salto significativo en la tecnología de seguridad de video. Esta transición se vio impulsada por la necesidad de mejorar la seguridad y gestionar de forma eficiente las amenazas en entornos educativos y empresariales (Fennelly y Perry, 2014, p. 195).

Con la aparición de componentes avanzados, como cámaras digitales, multiplexores y DVRs, la vigilancia se volvió más sofisticada. Estos avances también permitieron la integración de sistemas de seguridad con redes como LANs, WANs y WiFi. A pesar de los grandes avances en la tecnología de microprocesamiento y transmisión de video, los sistemas básicos de vigilancia todavía dependen de componentes esenciales como lentes, cámaras y monitores (Fennelly y Perry, 2014, p. 195)..

Con el auge de la tecnología digital, las alarmas no solo se volvieron más confiables, sino también más integradas. Hoy en día, es posible conectar sistemas de alarma a redes de computadoras y dispositivos móviles, permitiendo una respuesta inmediata a cualquier incidente (Fennelly y Perry, 2014, p. 195).

No obstante, con la digitalización vinieron nuevos desafíos. Las preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de los datos surgieron a medida que las escuelas y las empresas adoptaban sistemas digitales. A pesar de estos desafíos, la adopción de sistemas digitales ha llevado a una mejor gestión de la seguridad, permitiendo respuestas más rápidas a incidentes y mejorando en general la vigilancia en estos entornos (Fennelly y Perry, 2014, p. 195).

A nivel global, esta transición hacia la digitalización de la seguridad ha sido una tendencia dominante, aunque con variaciones regionales en cuanto a la adopción e implementación de tecnologías. A pesar de estos avances, aún existen desafíos. La adaptabilidad de estos sistemas a diferentes ambientes, como el Laboratorio de Electricidad del ISTMS, es importante ya que cada instalación de los laboratorio tiene sus propias particularidades y riesgos, lo que requiere soluciones de alarma que se adapten a los requerimientos de esta institución educativa (Fennelly y Perry, 2014, p. 195).

### 1.3 Planteamiento del Problema

Los laboratorios del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego (ISTMS) constituyen un área fundamental para la formación práctica de los estudiantes en su carrera profesional, en los que se llevan a cabo experimentos y proyectos prácticos con manipulación de equipos eléctricos y mecánicos costosos. No obstante, estos espacios presentan riesgos de seguridad, especialmente durante horas no laborables o cuando hay poca supervisión por parte de los docentes. Esta preocupación se ve agravada por el aumento de la inseguridad<sup>1</sup> en Ecuador, un fenómeno reflejado en los actuales indicadores estadísticos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2023).

La ausencia de un sistema de seguridad en el ISTMS podría dar lugar a problemas graves, como la pérdida o daño de equipos costosos por potenciales robos o actos de vandalismo. Por esa razón, es importante seleccionar una solución de seguridad adecuada para un entorno de laboratorio educativo. En este contexto, el diseño e implementación de un sistema de alarma que se adapte a los requerimientos del laboratorio de electricidad podría ser un paso significativo para mejorar la seguridad del plantel educativo.

---

<sup>1</sup> Todos los detalles se abordan en “2.1.2 Estadísticas de Crimen Local”

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Diseñar e implementar un sistema de alarma que permita mejorar la seguridad del laboratorio de electricidad del ISTMS.

### **1.4.2 Objetivo Específico**

- Evaluar las necesidades de seguridad en el laboratorio de electricidad para determinar la ubicación óptima de los componentes que integran el sistema de seguridad.
- Dimensionar e implementar un sistema que utilice sensores y cámaras adecuados para identificar cualquier intento de acceso no autorizado al laboratorio de electricidad.
- Realizar pruebas del sistema de alarma para garantizar su eficacia y confiabilidad, ajustando los parámetros según sea necesario.
- Analizar los resultados de funcionamiento del sistema de seguridad.

## 1.5 Justificación

Este proyecto surge en respuesta al incremento de la inseguridad en Ecuador (INEC, 2022), enfocándose en reforzar la seguridad en las instalaciones del ISTMS. Se identificarán las vulnerabilidades, especialmente en los laboratorios de electricidad. Posteriormente, se implementará un sistema de seguridad para prevenir y detectar el acceso no autorizado. De este modo, se busca crear un entorno seguro para los estudiantes y el personal académico, así como también asegurar la integridad de los equipos de los laboratorios

Este estudio tratará, tanto desde un enfoque teórico como práctico, la importancia de establecer sistemas de seguridad apropiados en aulas y laboratorios educativos. Desde el punto de vista teórico, se recolectará y adaptará información técnica de varios fabricantes de sistemas de seguridad y sus respectivas normativas. Esta información se obtendrá de libros especializados en implementación de sistemas de seguridad, con el objetivo de elaborar un plan efectivo para la selección de componentes que cumplan con los requerimientos del proyecto. Una vez recogida la información, se iniciará la fase práctica, la cual contempla la instalación del sistema correspondiente.

En términos metodológicos, este estudio aportará a la literatura existente al detallar y examinar el proceso de diseño e implementación de un sistema de alarma adaptado a las necesidades de un laboratorio educativo.

En resumen, la necesidad de mejorar la seguridad en el laboratorio del ISTMS, junto con el aporte teórico en el campo de la seguridad, justifica plenamente la realización de este estudio. Por lo cual este proyecto no solo beneficiará al ISTMS, sino que también enriquecerá el conocimiento teórico-práctico adquirido durante la formación académica como tecnólogos en electricidad.

## CAPÍTULO II

## 2.1 Metodología

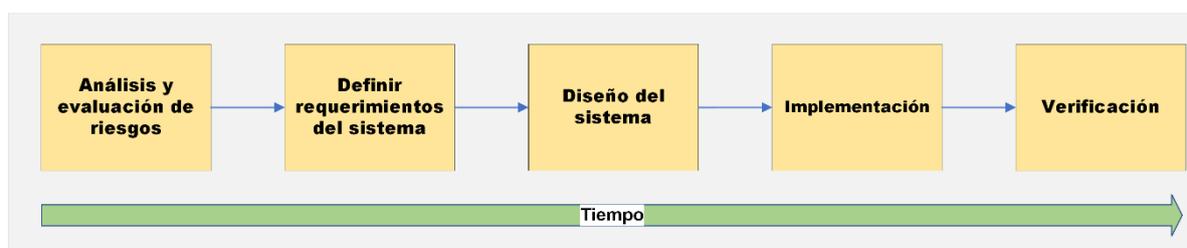
La implementación del sistema de seguridad se llevará a cabo siguiendo las etapas descritas en la **Figura 1**. En primera instancia, se efectuará un análisis previo y una evaluación de vulnerabilidades. Posteriormente, se definirán los requerimientos específicos de las instalaciones del ISTMS y los estipulados por las Normas Eléctricas Ecuatorianas (NEC-SB-IE), el Código de Práctica Ecuatoriano (CPE INEN 19:2001), la norma de consenso general de la National Fire Protection Association - Código Eléctrico Nacional (NFPA 70 NEC) así como el estándar para Sistemas de Videovigilancia en Aplicaciones de Seguridad (IEC 62676).

En base a estos datos recopilados, se procederá a diseñar el sistema de seguridad, con el propósito de adaptarlo para cumplir con los requisitos mínimos exigidos tanto por las normativas eléctricas a nivel nacional, como por los estándares de seguridad.

Una vez concluido el diseño, se procederá a la implementación del sistema de seguridad. La etapa final consistirá en realizar pruebas y mediciones necesarias para verificar si el sistema cumple con los objetivos planteados.

### Figura 1

*Etapas del desarrollo del sistema de seguridad.*



*Nota.* Muestra el ciclo de vida del proyecto en función del tiempo.

### 2.1.1 Análisis y Evaluación de Amenazas

El Análisis de Amenaza Física es un proceso que examina las amenazas anticipadas al personal y la propiedad dentro de una organización. Incluye una revisión interna para entender las amenazas identificadas por los empleados y aquellas reconocidas por la ley. El alcance de la investigación será determinado por la dirección de la Institución y del

presupuesto disponible, dependiendo del nivel de detalle requerido para evaluar el riesgo adecuadamente (Khairallah, 2005, p. 139).

El proceso comienza con las preocupaciones de las autoridades del establecimiento y continúa hasta cada capa administrativa y los empleados de primera línea si es necesario. Cada nivel puede proporcionar una perspectiva única sobre las amenazas potenciales a sus responsabilidades operativas, añadiendo profundidad al análisis general (Khairallah, 2005, p. 140).

El mismo enfoque se aplica al analizar los datos de amenazas externas. La información como las estadísticas de crimen local puede ser fácilmente accesible desde los registros públicos. El valor de esta información adicional se evalúa, permitiendo decidir si se justifican inversiones adicionales con el fin de aumentar la confianza en las conclusiones sobre amenazas potenciales (Khairallah, 2005, p. 147).

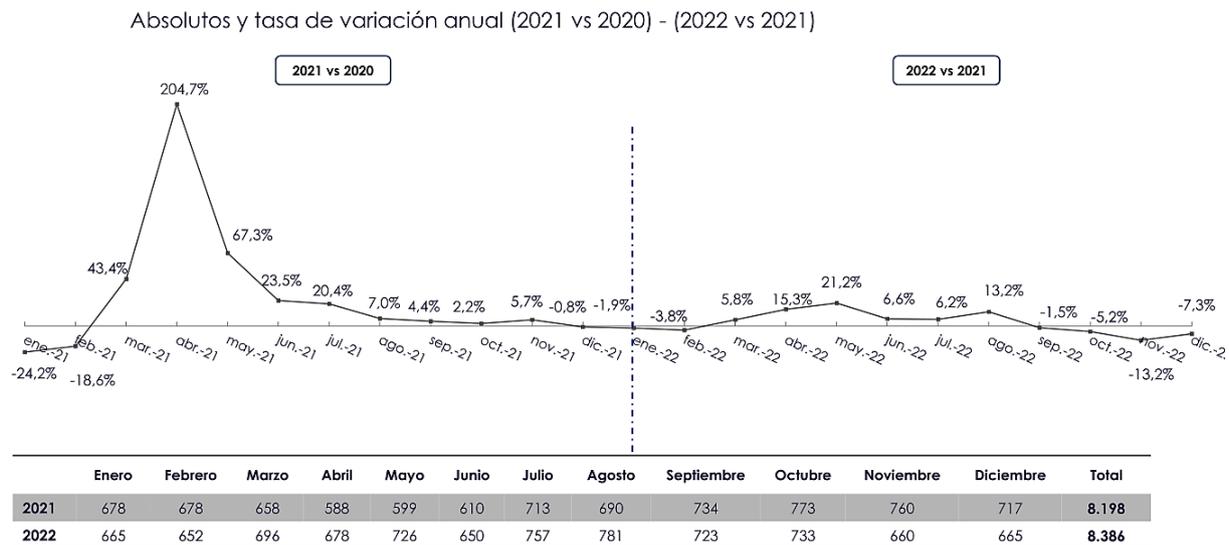
### ***2.1.2 Estadísticas de Crimen Local***

El informe de la Organización Internacional del Trabajo sobre la evaluación del entorno para el desarrollo de empresas sostenibles en Ecuador (OIT, 2021), señala que la inseguridad es la cuarta preocupación principal del sector productivo de Ecuador. Según el INEC en su informe de estadísticas de Seguridad Integral sobre delitos de mayor connotación psicosocial, en el apartado de robo a domicilio a nivel nacional, se puede observar un aumento en la tasa de valoración anual del 2,3% en los últimos dos años, es decir, paso de 8386 a 8918 robos a domicilios (**Figura 2**). De la misma manera, en la **Figura 3** se puede notar que el robo a unidades económicas mantiene una tendencia al alza con una tasa de valoración anual de 10,2% es decir paso de 4857 a 5353 robos (2022).

Estos indicadores evidencian la necesidad de implementar sistemas de seguridad para atenuar posibles riesgos. Dada la inseguridad generalizada, se requiere un sistema de seguridad modular para implementarlo por etapas, considerando los costos del proyecto actual.

**Figura 2**

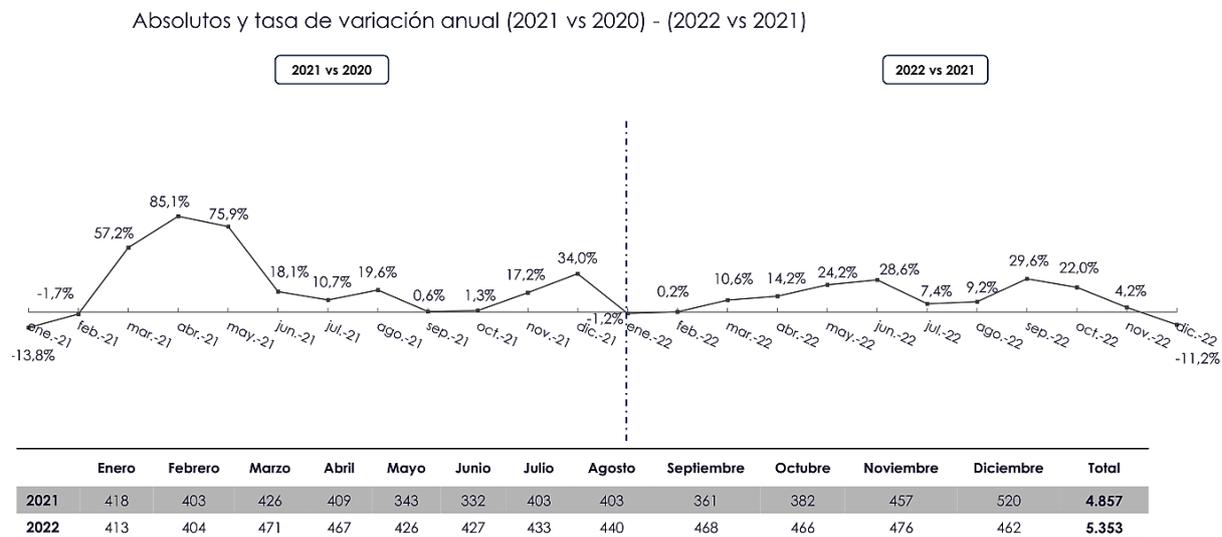
*Robo a domicilios en Ecuador.*



*Nota.* Información con corte al 08 de enero de 2023. Datos sujetos a variación. Tomado de Grupo de fortalecimiento estadístico Registro SIAF.

**Figura 3**

*Robo a unidades económicas.*



*Nota.* Datos sujetos a variación. Adaptado de Grupo de fortalecimiento estadístico -Registro SIAF. Información con corte al 08 de enero de 2023.

**2.1.3 Recolección de Datos Preliminares**

Antes de implementar cualquier sistema de seguridad, es importante entender las preocupaciones principales incluidas las razones iniciales de interés en aumentar las medidas de seguridad física e identificando los principales problemas de seguridad en el

sector aledaño (Khairallah, 2005, p. 34). El cuestionario de la **Tabla 1** proporciona una visión general del ISTMS.

**Tabla 1**

*Análisis de amenazas.*

<b>Cuestionario de descripción general de la Institución Educativa</b>				
<b>Nombre del edificio</b>	<b>Pisos</b>	<b>Horas de operación (Desde-Hasta)</b>	<b>Tiempo de acceso del visitante (Desde-Hasta)</b>	<b>Tiempos de envío / recepción (Desde-Hasta)</b>
Laboratorios ISTMS	2	6 pm – 10:30 pm	8 pm – 1 pm	8 am – 4 pm

**Preocupaciones de seguridad primarias**

- Intrusión de personas no relacionadas con la institución durante horas en las que el laboratorio está desocupado.
- Pérdida de equipos eléctricos y electrónicos, indispensables para el desarrollo de las prácticas de los estudiantes de la carrera de electricidad.

*Nota.* Cuestionario de descripción general de la instalación. Información importante para realizar la programación del sistema de seguridad en base a las horas de operación. Adaptado de Physical Security Systems Handbook: The Design and Implementation of Electronic Security Systems (p. 35) por Khairallah, M. 2005, Elsevier.

#### **2.1.4 Identificación de los Activos**

Es esencial que los recursos de los laboratorios del ISTMS estén claramente definidos para tener claro qué se debe resguardar. Una vez que se han detectado estos recursos, se pueden determinar las potenciales amenazas a los mismos. El reconocimiento de las amenazas lleva al reconocimiento de la vulnerabilidad, y la evaluación de la pérdida posible se hace evidente al entender las implicaciones de no contrarrestar dichas amenazas (Khairallah, 2005, p. 41). Esto determinará la importancia de las soluciones propuestas en este proyecto. Sin este procedimiento, la elección de los elementos del sistema quedaría incierto.

#### **2.1.5 Análisis de Vulnerabilidad y Requerimientos de Seguridad**

En este apartado se aborda el Análisis de Vulnerabilidad en el que se evalúan las amenazas y se establece la posibilidad de ataques exitosos a los activos de los laboratorios del ISTMS. Se proporcionan los procedimientos para minimizar estos riesgos y se delinear las estrategias de seguridad, incluyendo la definición de un perímetro seguro y la supervisión de sus aberturas (Khairallah, 2005, p. 51).

### 2.1.6 Establecimiento y Consideraciones de Perímetros de Seguridad para la Protección de Activos.

Para garantizar la seguridad de los activos en una instalación, es importante primero identificar esos activos usando planos de planta o planos del terreno. Una vez identificados, se establece un perímetro de seguridad alrededor de cada activo. Estos perímetros son círculos concéntricos que van disminuyendo en nivel de seguridad a medida que se alejan del activo, permitiendo que los recursos más valiosos reciban la máxima atención en seguridad (Khairallah, 2005, p. 55).

Es importante que el diseño del perímetro sea adaptado a las necesidades específicas de la instalación y que se tome en cuenta factores como la misión de la instalación, la probabilidad de intrusiones no autorizadas y las posibles consecuencias de tales intrusiones (Khairallah, 2005, p. 55). Cabe señalar que, en el casos donde la barrera física sea impracticable o ineficaz, otros elementos del sistema de seguridad, como la vigilancia por video, sensores de movimiento, deben enfatizarse para la detección y disuasión de amenazas (Khairallah, 2005, p. 56).

### 2.1.7 Identificación de Perímetro de Control.

La **Figura 4**, muestra un plano de las instalaciones del ISTMS para señalar dónde podría haber vulnerabilidades en el perímetro. Se toman en cuenta los caminos que la gente suele usar más dentro del lugar y se buscan posibles puntos por donde alguien podría entrar sin permiso. Esta información nos ayuda a decidir dónde poner cámaras y sensores para controlar mejor el área.

**Tabla 2**

*Elementos utilizados en el plano de la instalación*

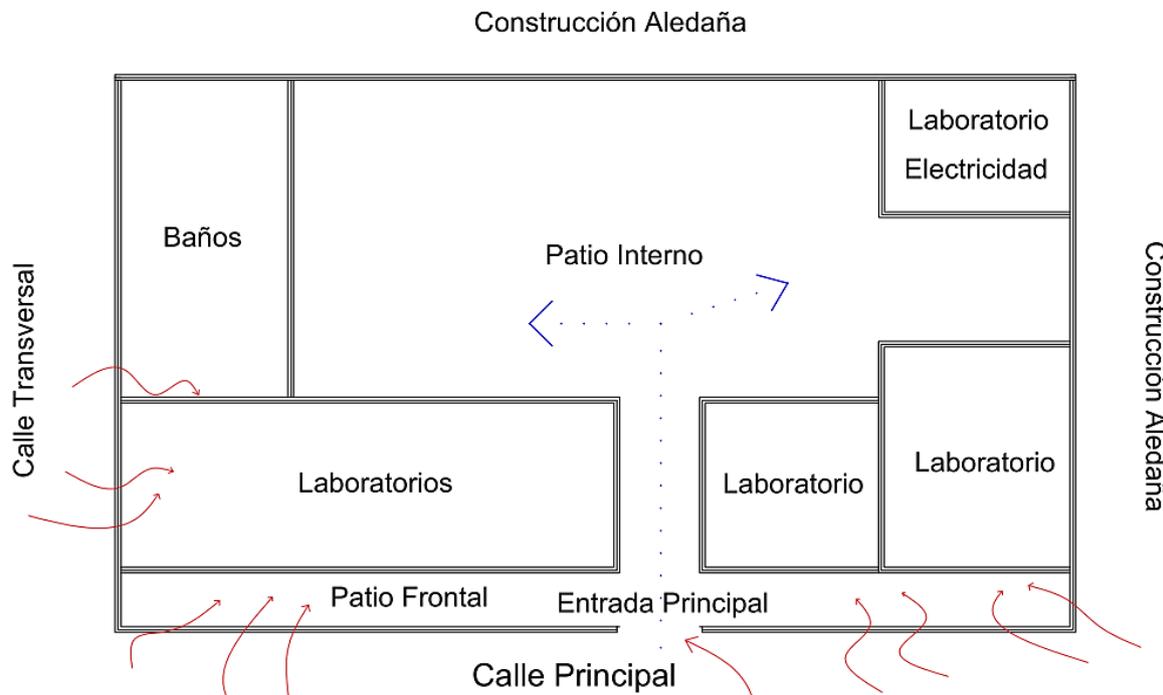
Elementos	Iconos
	Posibles puntos de ingreso
	Flujo normal de personas

*Nota.* Símbolos usados en Layout instalaciones del ISTMS. Adaptado de Layout of the SCA facility [Tabla 1] por Bassam, S., Herrmann, J. W., & Schmidt, L. C. (2015). Model-based Vulnerability Assessment. *Procedia Computer Science*, 44, 413–422. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.025> Publicado por Elsevier B. V

La **Tabla 2** indica los símbolos usados en los planos. El plano omite detalles por seguridad de la Institución.

#### Figura 4

Planos de las instalaciones del ISTMS.



*Nota.* Identificación de puntos vulnerables y posible zonas de ingreso. Adaptado de Layout of the SCA facility [Figura 1] por Bassam, S., Herrmann, J. W., y Schmidt, L. C. (2015). Model-based Vulnerability Assessment. *Procedia Computer Science*, 44, 413–422. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.025> Publicado por Elsevier B. V

### 2.1.8 Requerimientos Generales del Sistema

Los requerimientos del presente proyecto recogen las condiciones mínimas que un sistema de seguridad debe tener para establecer un marco de referencia en seguridad para las personas y para la protección de las instalaciones y bienes. De igual forma, brindan un grado de confiabilidad en el funcionamiento del sistema.

A continuación, se presentan los requerimientos generales derivados tanto de las condiciones específicas del proyecto como de las normas previamente establecidas para su desarrollo.

**Tabla 3***Requerimientos del generales del sistema de seguridad*

ID	Nombre	Descripción
RG*-01	Calidad Imagen	Se deberá seleccionar un sistema capaz de proporcionar imágenes de la calidad y ubicación deseadas.
RG-02	Visualización	Utilizar imágenes grabadas para evaluar el sistema, en lugar de la visualización en tiempo real.
RG-03	Configuración del Reloj del Sistema	Se deberá ajustar y mantener el reloj del sistema considerando las zonas horarias (GMT).
RG-04	Almacenamiento y Calidad	No se deberá comprometer la calidad de la imagen para ajustarse a la capacidad de almacenamiento y al presupuesto disponible.
RG-05	Distancia y ángulo de barrido	Deberá tener la capacidad de cubrir el espacio donde existe un mayor flujo de personas aledañas al laboratorio de electricidad. El deberá ser de 20-30 m de alcance a 105° grados.
RG-06	Resistencia al agua	Las cámaras deberían contar con una certificación IP66.
RG-07	Respaldo de energía	Deberá contar alimentación de respaldo con una batería de 12 VDC.
RG-08	Alcance Sensores de movimiento debe cubrir las áreas de interés.	El alcance de los 1 sensores deberá ser de 60 m de alcance y dos sensores de alcance de 8 m.
RG-09	Conexión a Internet	El sistema de alarma debe tener la capacidad de conectarse a internet.
RG-10	Alarma audible	El sistema debe incluir una sirena de alerta con el propósito de disuasión.
RG-11	Sistema de alarma expandible	El sistema de alarma deberá ser modular
RG-12	Escalable	El sistema deberá ser modular

Nota. \* RG: Requerimiento General

## 2.2 Marco Teórico

### 2.2.1 Definiciones de Términos Básicos

- **Ancho de Banda.** “Cantidad máxima de datos transmitidos a través de una conexión a Internet en un periodo de tiempo determinado. El ancho de banda suele confundirse con la velocidad de Internet, cuando en realidad es el volumen de información que puede enviarse a través de una conexión en un periodo de tiempo medido, calculado en megabits por segundo (Mbps)” (Verizon, 2023).
- **Bitrate:** “El bitrate es la cantidad de datos que se transmiten o procesan por unidad de tiempo” (Esqueda y Palafox, 2005, p. 23).

- **Cable.** “Conjunto de fábrica de dos o más conductores con un recubrimiento general” (NFPA 70, 2011, p. 672).
- **Carga:** “Es la potencia instalada o demandada en un circuito eléctrico”(NEC-SB-IE, 2018, p. 2).
- **Circuito de comunicaciones.** El circuito que extiende voz, audio, vídeo, datos, servicios interactivos, telégrafo (excepto radio), cableado exterior para alarma contra incendios y alarma antirrobo desde la empresa de comunicaciones hasta el equipo de comunicaciones del cliente, incluido el equipo terminal, como un teléfono, un fax o un contestador automático (NFPA 70, 2011, p. 672).
- **Corriente eléctrica.** Se define como el ritmo al que los electrones fluyen a través de un punto específico en un circuito eléctrico cerrado, lo cual, en términos simples, se traduce a corriente = movimiento de carga . La unidad estándar utilizada a nivel mundial para medir la corriente eléctrica es el amperio (simbolizado como A), el cual cuantifica la cantidad de carga eléctrica (o electrones) que se traslada por un punto en un circuito a lo largo de un periodo específico de tiempo. Cuando decimos que hay una corriente de 1 amperio, esto indica que un coulomb de electrones, o lo que es igual a  $6.24 \times 10^{18}$  electrones, están moviéndose a través de un punto particular en el circuito cada segundo. Este concepto puede compararse con la manera en que medimos el flujo de agua, tomando en cuenta cuántos galones cruzan un punto específico en una tubería durante un minuto (galones por minuto o GPM) (Fluke, 2021).
- Cuadros por segundo (Frames per Second fps).
- **Píxel.** El píxel es el componente fundamental de una imagen, y se puede describir como la unidad más pequeña y uniforme de color que conforma una imagen digital (Esqueda y Palafox, 2005).
- **Potencia.** La potencia eléctrica es la cantidad de energía eléctrica transferida a través de un circuito por unidad de tiempo, y se mide en vatios (W) (Olmo y Nave, 2020).

- **Resistividad.** La resistividad eléctrica, también conocida como resistencia eléctrica, es una característica fundamental de un material que cuantifica su capacidad para obstaculizar el paso de corriente eléctrica (Netzsch, 2022). Cuando la resistividad es baja, significa que el material permite un flujo fácil de corriente eléctrica. La unidad estándar para medir la resistividad eléctrica en el Sistema Internacional (SI) es el ohm por metro ( $\Omega \cdot m$ ). Por otro lado, la conductividad eléctrica, que es el inverso de la resistividad eléctrica, evalúa la habilidad de un material para conducir una corriente eléctrica (Netzsch, 2022).
- **Seguridad.** El Diccionario Oxford establece que la seguridad es "la condición de no estar expuesto a peligro o riesgo" (Oxford University Press, 2023).
- **Sistema.** El término *sistema* ha recibido varias definiciones destacadas. Por ejemplo, Sillito et al. (2019, p. 3) lo describen como "un arreglo de partes o elementos que juntos muestran un comportamiento o significado que los constituyentes individuales no tienen". Por otro lado, Friedenthal et al. (2015, p. 4) proponen que un sistema "está formado por un conjunto de elementos que interactúan entre sí, y puede considerarse como un todo que interactúa con su entorno externo para alcanzar un objetivo"
- **Voltaje nominal.** Asignado a un circuito o sistema para designar habitualmente su nivel de voltaje (por ejemplo., 120 V/240 V, 480 V/277 V (Sistema en estrella), 600 V). El voltaje al que funciona un circuito puede variar sobre el nominal dentro de un margen que permita el funcionamiento satisfactorio de los equipos (INEN, 2001, p. 9).

### **2.2.2 Sistema de Seguridad**

El Sistema de Seguridad es un conjunto de medidas organizativas y medios técnicos interconectados que trabajan juntos para mantener un entorno seguro y protegido. Con el fin de detectar y eliminar una amplia gama de amenazas a la vida, la salud, el hábitat, la propiedad y la información. Se utilizan canales de comunicación para asegurar la coordinación efectiva entre los diferentes componentes del sistema (Fennelly y Perry, 2014, p. 45).

Los medios técnicos utilizados para garantizar la seguridad incluyen un sistema integrado de medios técnicos de protección, que consiste en una variedad de dispositivos y sistemas como alarmas, sistemas de detección de incendios, control de acceso y videovigilancia que trabajan en conjunto para cumplir con las diversas tareas del sistema de seguridad. (Recfaces, 2021). Es decir, estos elementos y dispositivos al interconectarse forman un sistema de seguridad que tiene como función principal salvaguardar la integridad de una casa o establecimiento desde diferentes puntos de vista, con el fin de brindar tranquilidad y seguridad.

### **2.2.3 Clasificación de los Sistemas de Alarma**

A continuación, se recopila información de empresas que están en el mercado de sistemas de seguridad las cuales con experiencia en el campo realizan la siguiente aportación:

Según la Empresa Mapfre (2017), los sistemas de seguridad a través del uso de alarmas pueden clasificarse en una variedad de categorías dependiendo de su tipo de aplicabilidad (

**Figura 5**). Estos sistemas se han convertido en una parte integral de la seguridad residencial, empresarial e industrial debido a su capacidad para prevenir el crimen y garantizar la seguridad de las personas y los bienes. Esta empresa referente realiza la tipificación de acuerdo con la **Tabla 4**.

**Figura 5**

Clasificación de los sistemas de alarma comerciales.

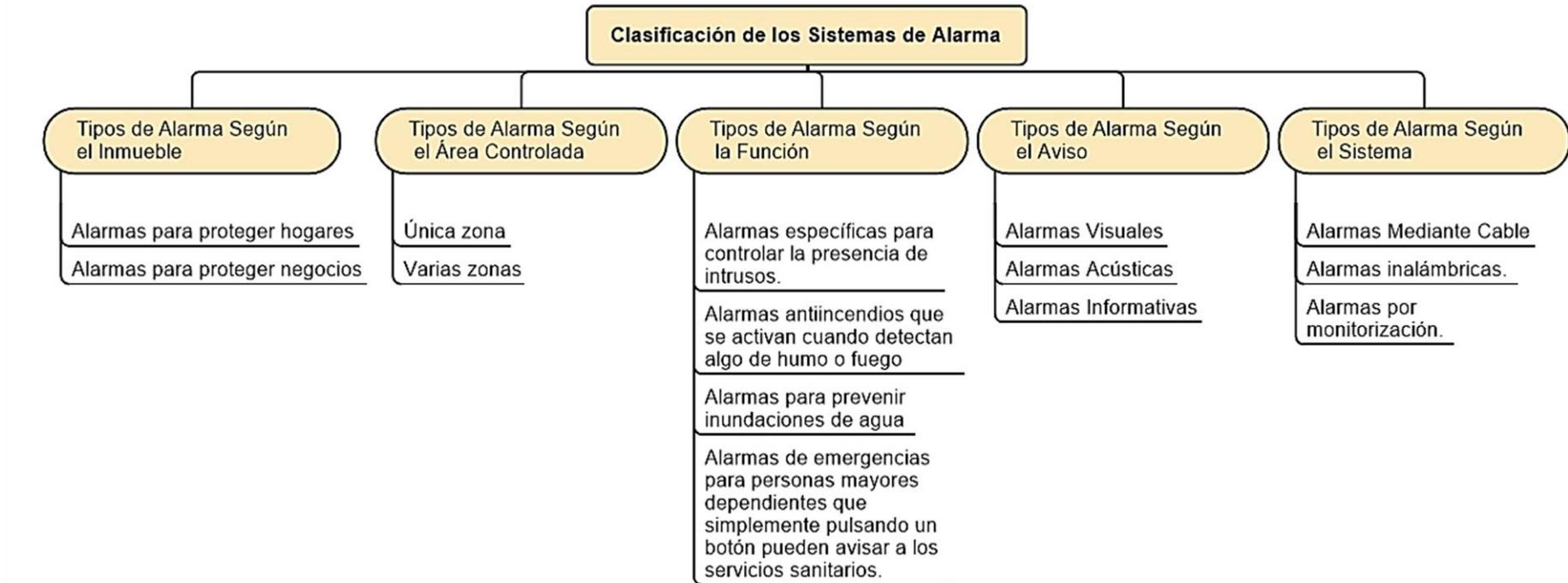


Tabla 4

Tipificación de los sistemas de alarmas comerciales

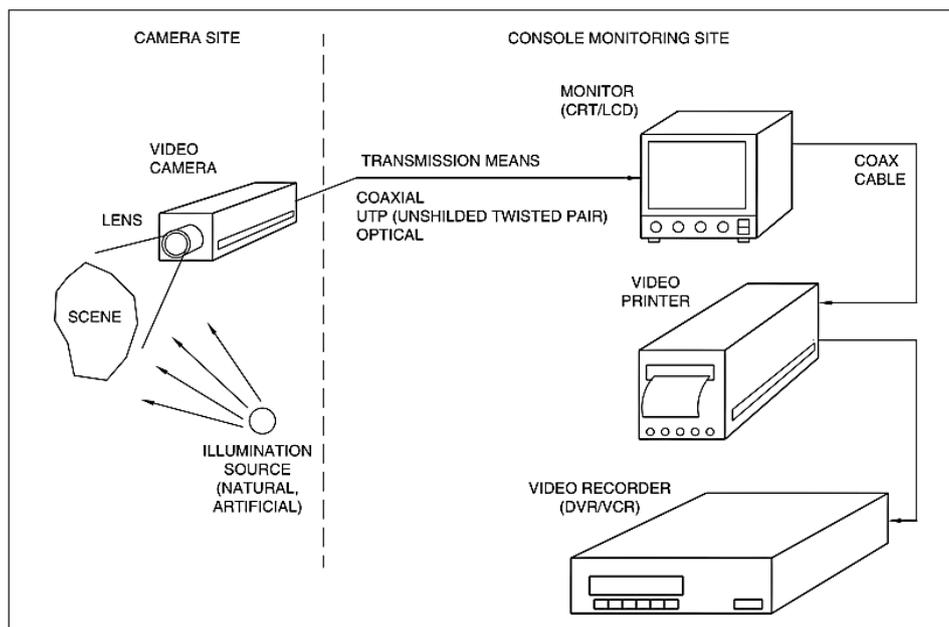
Tipos de Alarmas				
Tipos de Alarma Según el Inmueble	Tipos de Alarma Según el Área Controlada	Tipos de Alarma Según la Función	Tipos de Alarma Según el Aviso	Tipos de Alarma Según el Sistema
<p><b>Alarmas para Proteger Hogares.</b> Se centran en cubrir las necesidades de seguridad específicas que tenga una familia. Lo más habitual es que un sistema de alarma para una vivienda residencial incluya una cámara de video vigilancia.</p> <p><b>Alarmas para Proteger Negocios.</b> Ciertos tipos de negocios tales como bancos y joyerías, tienen una mayor probabilidad de ser objetivos de delitos. Como tal, estos establecimientos suelen equiparse con sistemas de alarma silenciosos que se pueden activar mediante un botón de pánico o antirrobo.</p>	<p><b>Única Zona.</b> En este caso la alarma sólo está centrada en proteger un área concreta.</p> <p><b>Varias Zonas.</b> Cuando la vivienda es muy grande o se trata de un edificio de oficinas, lo más normal es recurrir a un tipo de alarma que controle diferentes áreas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alarmas específicas para controlar la presencia de intrusos.</li> <li>• Alarmas antincendios que se activan cuando detectan algo de humo o fuego.</li> <li>• Alarmas para prevenir inundaciones de agua.</li> <li>• Alarmas de emergencias para personas mayores dependientes que simplemente pulsando un botón pueden avisar a los servicios sanitarios.</li> </ul>	<p>Cuando detectan la presencia de algún extraño, estas alarmas emiten luz o flashes para poder disuadir al ladrón o bien localizarle.</p>	<p><b>Alarmas Mediante Cable.</b> Aunque el coste de este tipo de alarmas suele ser superior, la garantía que ofrece es mayor, tanto en seguridad como en durabilidad.</p> <p><b>Alarmas Inalámbricas.</b> El principal problema de este sistema es que los ladrones pueden utilizar inhibidores de frecuencia para anularlo, pero, por otro lado, no es necesario realizar obras en la vivienda a la hora de hacer la instalación.</p> <p><b>Alarmas por Monitorización.</b> Este tipo proporciona la capacidad de visualizar en tiempo real, mediante dispositivos como móviles o portátiles, lo que ocurre en la propiedad. Además, estas alarmas poseen la funcionalidad de establecer contacto directo con la policía o la empresa de seguridad correspondiente en caso de detectar una amenaza.</p>

## 2.2.4 Tecnología de Vídeo para Instituciones Educativas

**2.2.4.1 Visión General.** El sistema de videovigilancia desempeña un papel importante en la seguridad al brindar supervisión remota a la seguridad desde un centro de control o ubicación remota. Este sistema comprende varios componentes, incluyendo la fuente de iluminación, la escena en cuestión, el lente de la cámara, la cámara en sí y los medios para transmitir la información al equipo de supervisión y grabación remoto. El sistema completo normalmente también incorpora conmutadores de video, multiplexores, detectores de movimiento por video (VMD), carcasas, mezcladores y divisores de escena, y generadores de caracteres (Fennelly y Perry, 2014, p. 196). En la **Figura 6** se presenta una aplicación de vídeo básica que se puede implementar con facilidad utilizando únicamente una cámara de vídeo y un monitor.

**Figura 6**

*Sistema de vídeo de una sola cámara.*



*Nota:* Elementos básicos para una cámara de seguridad. Tomado de *The handbook for school safety and security* (p. 196), por Fennelly y Perry, 2014, Elsevier.

El sistema básico de una cámara mostrado en la **Figura 6** se incluye los siguientes componentes de hardware: la cámara, la impresora y el grabador de vídeo son opcionales. La cámara puede utilizarse para supervisar a empleados, visitantes o personas que entran o salen de un edificio. Se puede colocar la cámara en el techo del vestíbulo y apuntar hacia el

área de recepción, la puerta principal o una puerta de acceso interna. El monitor puede estar ubicado a cientos o miles de pies de distancia, en otro edificio, ciudad o país, permitiendo que el personal de seguridad visualice el mismo vestíbulo, puerta principal o área de recepción. El sistema de cámara/monitor de vídeo extiende de manera efectiva los ojos, alcanzando desde la ubicación del observador hasta la ubicación observada.

- **Lente:** La luz proveniente de la fuente de iluminación se refleja en la escena. La lente se encarga de recolectar la luz de la escena y formar una imagen de la misma en el sensor de la cámara, el cual es sensible a la luz (Fennelly y Perry, 2014, p. 196).
- **Cámara:** El sensor de la cámara transforma la imagen visible de la escena captada por el objetivo en una señal eléctrica adecuada para su transmisión al monitor remoto, la grabadora y la impresora (Fennelly y Perry, 2014, p. 196).
- **Enlace de transmisión:** El medio de transmisión se encarga de transportar la señal eléctrica de vídeo desde la cámara hasta el monitor remoto. Entre los medios de transmisión cableados se incluyen opciones como el cable coaxial, el par trenzado no apantallado (UTP) de dos hilos, el cable de fibra óptica, la LAN, la WAN, la intranet y la red de Internet. Además, existen opciones inalámbricas como la radiofrecuencia (RF), las microondas y los infrarrojos ópticos (IR). Las señales pueden ser analógicas o digitales (Fennelly y Perry, 2014, p. 196).

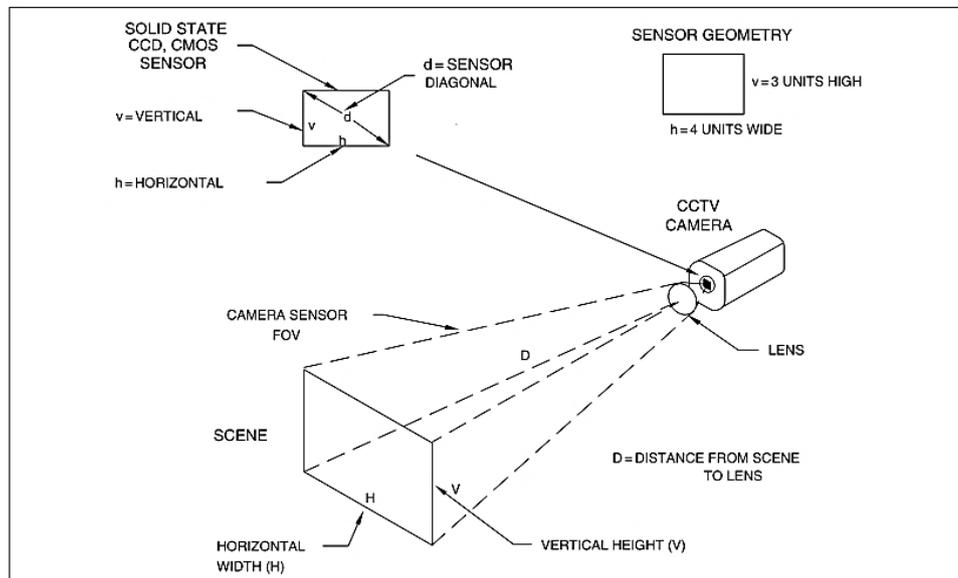
**2.2.4.2 El Papel de la Luz y la Reflexión.** Los lugares que deseamos capturar en video están iluminados por fuentes lumínicas, ya sean naturales como el sol y la luna, o artificiales como luces incandescentes y fluorescentes, entre otras. Esta luz, cuando llega a la escena, se refleja de diferentes maneras. Por ejemplo, en situaciones comunes, como calles o coches, el reflejo puede estar entre el 25% y el 65%, pero en paisajes nevados, puede alcanzar hasta el 90% (Fennelly y Perry, 2014, p. 198).

El volumen de luz que llega al lente de la cámara depende del brillo de la fuente, la capacidad de reflejo de la escena y las condiciones atmosféricas. Cuando el clima es adverso, como en días nublados o con polvo en suspensión, la luz se puede ver

severamente atenuada. De hecho, en situaciones extremas de neblina o contaminación, la visibilidad podría reducirse completamente (Fennelly y Perry, 2014, p. 198).

**Figura 7**

*Escena de vídeo y geometría del sensor.*



*Nota.* Tomado de *The handbook for school safety and security* (p. 201), por Fennelly y Perry, 2014, Elsevier.

Es importante señalar que muchas cámaras convencionales, especialmente aquellas diseñadas para seguridad, operan en longitudes de onda visibles y cercanas al infrarrojo (IR). Si el ojo humano no puede discernir una escena, es probable que estas cámaras tampoco. La **Figura 7** ilustra la relación entre la escena vista y la imagen de la escena en el sensor de la cámara. La lente ubicada en la cámara forma una imagen de la escena y la enfoca en el sensor. Casi todos los sistemas de video utilizados en los sistemas de seguridad tienen una relación de aspecto de  $4 \times 3$  (4 unidades de ancho  $\times$  3 unidades de alto) tanto para el sensor de imagen como para el campo de visión (Field of View FOV). El parámetro de ancho se designa como h y H, y el vertical como v y V. Algunas cámaras tienen un formato de televisión de alta definición (HDTV) de  $16 \times 9$  unidades (Fennelly y Perry, 2014, pp. 198–199).

**2.2.4.3 Iluminación Natural.** La iluminación en una escena, en particular cuando se utilizan sistemas CCTV a color, puede variar según la hora del día y las condiciones atmosféricas (Tabla 5). Por ejemplo, la luz solar directa ofrece un contraste alto, facilitando la identificación de objetos, mientras que, en días nublados, el contraste disminuye debido a la menor cantidad de luz recibida por los objetos. La variabilidad en los niveles de iluminación exige sistemas de cámara con capacidades adaptativas, como un iris automático. De hecho, los niveles de iluminación pueden oscilar significativamente, desde intensidades solares hasta condiciones con luz lunar reflejada. En escenarios de muy baja iluminación, donde predomina la luz ambiental, es necesario recurrir a tecnologías de cámara más avanzadas para captar la información de la escena, como las cámaras con diodo emisor de luz infrarroja o las cámaras térmicas (Fennelly y Perry, 2014, p. 206).

**Tabla 5**

*Niveles de luz en condiciones diurnas y nocturnas*

Condición	Iluminación		Comentarios
	fc	lux	
Luz solar directa	10000	107500	Rango de luz diurna
Plena luz del día	1000	10750	
Día nublado	100	1075	
Día muy oscuro	10	107,5	
Crepúsculo	1	10,75	
Crepúsculo profundo	0,1	1,075	
Luna llena	0,01	0,1075	Rango LLL
Cuarto de luna	0,001	0,01075	
Luz de las estrellas	0,0001	0,001075	
Noche nublada	0,00001	0,0001075	

*Nota.* 10.75 lux = 1 fc. Adaptado de *The handbook for school safety and security* (p. 206), por Fennelly & Perry, 2014, Elsevier.

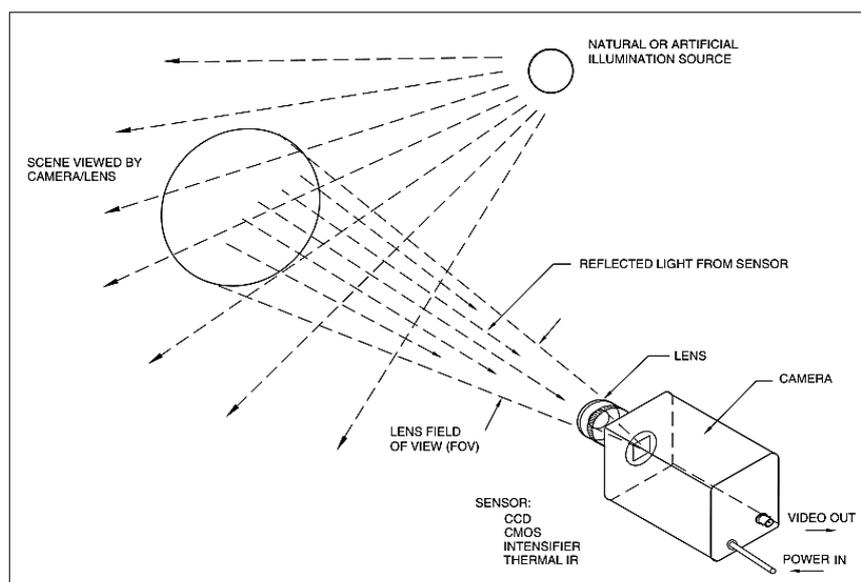
**2.2.4.4 Iluminación Artificial.** Para complementar la iluminación externa y garantizar una vigilancia eficaz en condiciones nocturnas, se recurre a fuentes artificiales de luz como el tungsteno, halógeno, arco metálico, mercurio, sodio, xenón, lámparas infrarrojas (IR) y conjuntos LED IR. La elección de la fuente luminosa varía según las necesidades arquitectónicas y de aplicación. Por ejemplo, las lámparas de tungsteno y tungsteno-halógeno ofrecen una representación cromática balanceada, siendo óptimas para cámaras a color. Por otro lado, las lámparas de vapor de sodio, pese a su eficiencia, carecen de la

representación completa del espectro de colores, en particular el azul y verde. Las lámparas de arco metálico y xenón son preferidas por su alta fidelidad cromática, siendo frecuentes en estadios y zonas de estacionamiento amplias. En situaciones con iluminación insuficiente, se implementan conjuntos LED IR, que trabajan en el espectro IR y se adaptan a cámaras monocromáticas, con alcances que varían entre 10-25 pies para lentes de gran angular y 25-200 pies para lentes de rango medio a estrecho. En interiores, se emplean fuentes similares a las exteriores, como la iluminación fluorescente y las lámparas de sodio de alta presión, aunque con una variabilidad lumínica menos pronunciada. Es vital considerar el posicionamiento de la cámara en relación con las fuentes de luz y adaptar el tipo de lente o cámara según las condiciones lumínicas cambiantes, especialmente si se ubican cerca de puntos de alta luminosidad como ventanas (Fennelly y Perry, 2014, pp. 208–209).

**2.2.4.5 Sistema de Video.** En la **Figura 8** se muestra los elementos esenciales del entorno de una cámara de video vigilancia como son: la fuente de iluminación, la cámara, el objetivo y el campo de visión (FOV) combinado de cámara y objetivo, es decir, la escena que ve la combinación de cámara y objetivo.

**Figura 8**

*Cámara de video, escena y fuente de iluminación.*



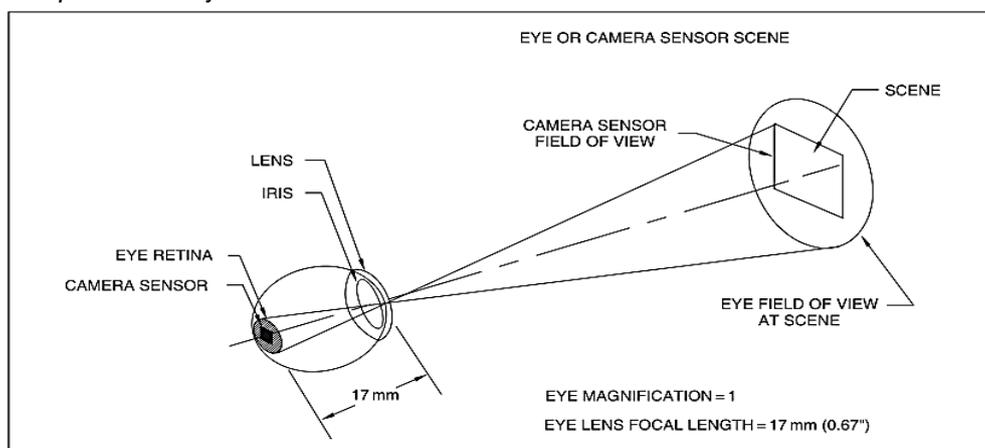
*Nota.* Tomado de *The handbook for school safety and security* (p. 200), por Fennelly y Perry, 2014, Elsevier.

**2.2.4.6 Lentes de la Cámara.** La función principal de la lente es capturar la luz que se refleja de la escena y concentrarla en una imagen en el sensor de la cámara de CCTV. Parte de la luz que proviene de fuentes lumínicas, ya sean naturales o artificiales, se refleja hacia la cámara y es captada por su lente como se muestra en la **Figura 9**. Como regla general, cuanto mayor sea el diámetro de la lente, más luz se recogerá, más brillante será la imagen en el sensor y mejor será la imagen final en el monitor. Esta es la razón por la que las lentes de mayor apertura (diámetro), que tienen un mayor rendimiento óptico, son mejores (y más caras) que las lentes de menor diámetro que captan menos luz. Bajo buenas condiciones de iluminación (iluminación interior brillante, al aire libre bajo la luz del sol), no se requieren lentes de gran apertura y hay suficiente luz para formar una imagen brillante en el sensor usando lentes de diámetro pequeño.

La mayoría de las aplicaciones de video usan una lente de distancia focal fija (Fixed-Focal-Length FFL). La lente FFL, como la lente del ojo humano, cubre un FOV angular constante. La lente FFL toma imágenes de una escena con un aumento fijo constante. Hay disponible una gran variedad de lentes de cámaras de CCTV con diferentes distancias focales (Local Lengths FLs) que proporcionan diferentes FOV. (Fennelly y Perry, 2014, p. 201).

**Figura 9**

*Comparando el ojo humano con la lente de una cámara de video*



*Nota.* Tomado de *The handbook for school safety and security* (p. 201), por Fennelly y Perry, 2014, Elsevier.

**2.2.4.7 Resolución de una Imagen.** La calidad del video grabado está determinada por la resolución de la cámara de video. Optar por resoluciones más altas se traduce en imágenes y videos más nítidos, pero a su vez, requiere una mayor capacidad de almacenamiento para guardar dichos videos.

**Tabla 6**

*Comparativa resolución vs pixeles*

<b>Resolución vs Megapíxeles</b>			
<b>Conocido como</b>	<b>Resolución</b>	<b>Resolución (H)*(V)</b>	<b>Actual Megapíxeles</b>
1MP	720p (HD)	1280 x 720	0.92
1.3MP	960p (WHD)	1280 x 960	1.23
2MP Lite	1080N / 2MP-N	960 x 1080	1.03
2MP	1080p (Full HD)	1920 x 1080	2.07
4MP Lite	1440N / 4MP-N	1280x 1440	1.84
4MP	1440P / QHD	2560 x 1440	3.68
8MP	2160 /UHD / 4K	3040 x 2160	8.29

*Nota.* Tomado de *Resolución de Cámaras de Seguridad*, Revista Seguridad 360, 2021

La resolución de una imagen se refiere a la cantidad de detalles visibles en la misma. Para determinar la resolución de una cámara digital, es necesario conocer el número de píxeles en ancho y alto que puede capturar una imagen. Por ejemplo, si una cámara es capaz de obtener una imagen de 1600 x 1200 píxeles, su resolución sería de 1.920.000 píxeles, lo que equivale a 1,92 megapíxeles (Revista Seguridad 360, 2021). A continuación, se muestra la **Tabla 6** con los valores de resolución vs los valores de pixeles:

**2.2.4.8 Tipos de Cámaras de Seguridad Según la Resolución.** La calidad de la imagen capturada por las cámaras de seguridad se determina en gran medida por su resolución, definida por el número de píxeles que la cámara puede registrar. A continuación, se presentan algunas de las resoluciones más comúnmente disponibles en el mercado (Segui, 2019):

**Tabla 7**

*Resolución de cámaras.*

Cámaras de baja resolución	HD (High Definition)	Full HD: Full HD	2K (o QHD, Quad High Definition)	4K (o UHD, Ultra High Definition)
A menudo con resoluciones inferiores a 720p (donde p se refiere a los píxeles), estas cámaras proporcionan una imagen menos detallada, pero suelen ser más económicas.	Estas cámaras tienen una resolución de 720p o 1080p. 720p proporciona una imagen bastante clara, pero 1080p puede ofrecer detalles más finos. Las cámaras HD son bastante comunes y ofrecen una buena relación calidad-precio.	Se refiere a cámaras con una resolución de 1080p. Esta resolución es suficiente para la mayoría de las aplicaciones de seguridad y puede proporcionar detalles suficientes para identificar caras y números de placas.	Las cámaras 2K tienen una resolución de 1440p. Proporcionan una imagen más detallada que 1080p, pero también requieren más capacidad de almacenamiento y ancho de banda.	El 4K se refiere a cámaras con una resolución de 2160p. Estas cámaras proporcionan una imagen muy detallada y pueden ser útiles para grandes áreas o cuando se necesita un alto nivel de detalle. Sin embargo, las cámaras 4K son más caras y requieren mucho más almacenamiento y ancho de banda.

*Nota.* Adaptado de *Cámaras de seguridad: Tipos, consejos y cuál comprar para casa* por Seguí, P. (2019, marzo 27). OVACEN. <https://ovacen.com/camaras-de-seguridad/>

Además de la resolución, otros factores también pueden afectar la calidad de la imagen, como el tamaño del sensor, la lente, y las capacidades de procesamiento de la cámara. Por lo tanto, es importante considerar no sólo la resolución, sino también estos otros factores al seleccionar una cámara de seguridad.

### **2.2.5 Alimentación y Fuentes para Cámaras de Seguridad**

**2.2.5.1 Fuentes para Cámaras de Seguridad.** Las fuentes de alimentación para cámaras de seguridad suelen ser de dos tipos principales: de corriente continua (DC) y de corriente alterna (AC). La elección entre uno y otro depende del tipo de cámara que se esté utilizando.

- **Fuentes de Corriente Continua (DC):** Este tipo de fuentes es el más común para cámaras de seguridad, ya que muchos modelos utilizan corriente continua. Las fuentes de alimentación de DC suelen tener salidas de 12V o 24V, aunque esto puede variar según la cámara.

- **Fuentes de Corriente Alterna (AC):** Algunas cámaras de seguridad requieren corriente alterna para funcionar. En estos casos, se utiliza una fuente de alimentación de AC. (Segui, 2019)

Algunas consideraciones importantes al elegir una fuente de alimentación para cámaras de seguridad son:

- **Voltaje de Salida:** Es importante asegurarse de que la fuente de alimentación suministra el voltaje correcto. Un voltaje demasiado alto puede dañar la cámara, mientras que un voltaje demasiado bajo puede hacer que no funcione correctamente.
- **Corriente:** La fuente de alimentación debe ser capaz de proporcionar la corriente necesaria para la cámara. Esto es particularmente importante si se está alimentando más de una cámara con la misma fuente de alimentación.
- **Ubicación:** Si la cámara estará al aire libre, es posible que necesites una fuente de alimentación resistente a la intemperie.
- **Distribución de la energía:** Para instalaciones con múltiples cámaras, se puede considerar una fuente de alimentación distribuida o un conmutador PoE (Power over Ethernet). Esto permite que la electricidad sea transportada a través de los cables de Ethernet, reduciendo la necesidad de múltiples fuentes de alimentación y simplificando el cableado.
- **Seguridad:** Es importante considerar las normativas y regulaciones de seguridad locales al seleccionar e instalar fuentes de alimentación para cámaras de seguridad.

En última instancia, la elección de la fuente de alimentación adecuada depende de los requerimientos del sistema de cámaras de seguridad. (Segui, 2019)

**2.2.5.2 Dimensionamiento de Fuentes Eléctricas DC.** Según el fabricante Eaton (2023) el voltaje de entrada de CA inestable puede ser peligroso, y las fuentes de alimentación se utilizan para convertirlo en un voltaje de salida de CC seguro, constante y consistente. Al seleccionar una fuente de alimentación, los criterios principales son el voltaje de entrada, el voltaje de salida y la capacidad de potencia de salida. Las opciones típicas de

voltaje de entrada son 120-240 V monofásico y los voltajes de salida típicos son 12 V o 24 V. Para calcular la potencia necesaria, se suma las corrientes de los dispositivos que se utilizarán con la fuente de alimentación y se multiplica por el voltaje de salida. Es importante seleccionar una potencia ligeramente mayor a la requerida para prevenir fallos del sistema y daños en los equipos conectados.

La ubicación de instalación y el tipo de terminales también son consideraciones importantes. Algunas aplicaciones pueden requerir fuentes de alimentación con terminales de tornillo simples, mientras que otras pueden requerir un mayor nivel de protección con terminales seguros para los dedos con clasificación IP20.

Además, algunas aplicaciones pueden requerir módulos adicionales, como un módulo de almacenamiento para suministrar energía durante breves interrupciones del suministro eléctrico, o un módulo de redundancia para mantener la carga alimentada en caso de una falla del dispositivo.

Finalmente, se debe tener en cuenta el espacio disponible, el entorno de la ubicación del panel y la geografía de las instalaciones. Esto influirá en la forma y el ajuste de la fuente de alimentación, y si se necesita un dispositivo con clasificación para áreas de riesgo de incendio y descargas eléctricas. También es esencial asegurarse de que la fuente de alimentación seleccionada cumple con los estándares de aplicaciones locales. (Eaton, 2023)

## **2.2.6 Generalidades de los Conductores**

**2.2.6.1 Ampacidad.** El término Ampacidad es la abreviatura de *capacidad en amperios*, y denota la máxima intensidad de corriente, en amperios, que puede transmitir un conductor sin sobrepasar su índice de temperatura en condiciones normales de uso. Cuando se excede la ampacidad, tanto el conductor como los materiales aislantes circundantes pueden deteriorarse debido al calor excesivo producido por la corriente eléctrica. Este concepto es también conocido como *capacidad de carga de corriente*. Típicamente, se aplica para determinar la capacidad de conducción de corriente de los conductores eléctricos. Mantenerse dentro de los límites de la ampacidad es importante para garantizar la seguridad eléctrica, dado que su incumplimiento puede derivar en

consecuencias peligrosas como la generación de arcos eléctricos, riesgos de electrocución y la posibilidad de incendios (Safeopedia, 2023).

La capacidad de conducción continua de corriente de un conductor, o su ampacidad, es determinada por factores específicos como el calibre del conductor y la temperatura ambiente. La **Tabla 8** proporciona la ampacidad de los conductores en función del tipo de material aislante y la temperatura ambiente máxima permitida. Es importante destacar que, a mayor sección del conductor, mayor será la corriente que puede transportar sin riesgo de sobrecalentamiento (Faradayos, 2023).

Para determinar la corriente que circula a través de un conductor en base a la carga, se emplea la siguiente ecuación:

$$I_n = \frac{P}{V_{fn} \cos(\varphi)} \quad (1)$$

Donde:

$I_n$  es la corriente en [A]

$P$  es la potencia en [w]

$V_{fn}$  es la tensión nominal en [v]

$\cos(\varphi) = Fp$ : es el factor de potencia.

**2.2.6.2 Carga Continua.** Se considera carga continua aquella carga que trabaja por más de 3 horas ininterrumpidas marcado en el artículo 4.a de la NEC-SB-IE (NEC 2018, p.8). El artículo menciona que “los conductores de alimentadores y circuitos deben dimensionarse para soportar una corriente no menor a 125 % de la corriente de carga máxima a servir”

**2.2.6.3 Caída de Tensión.** Las longitudes de los circuitos y la impedancia efectiva del conductor determinan cuánta tensión se perderá en el cable. Esta caída de tensión no solo implica la longitud e impedancia de los cables, sino también el tipo de circuito y el factor de potencia de la carga. Al seleccionar los conductores, es necesario asegurar que sean capaces de transportar la energía sin generar una caída de tensión excesiva, puesto que

ello podría ocasionar que los equipos o cargas conectadas funcionen inadecuadamente (Centelsa, 2023, p. 12).

**Tabla 8**

*Tabla de Ampacidad para Conductores de Cobre y Aluminio.*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW- LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW- 2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18 <sup>**</sup>	—	—	14	—	—	—
1.31	16 <sup>**</sup>	—	—	18	—	—	—
2.08	14 <sup>**</sup>	15	20	25	—	—	—
3.31	12 <sup>**</sup>	20	25	30	—	—	—
5.26	10 <sup>**</sup>	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630

*Nota.* Ampacidad de conductores según su calibre, aislante y máxima temperatura ambiente Adaptado de NEC Tabla 310.15 (2011).

**Tabla 9**

Capacidad de corriente para cables y cordones flexibles (A temperatura ambiente de 30° C)

Sección transversal		Termoendurecidos tipo TS	Termoendurecidos tipos C, E, EO, PD, S, SJ, SJO, SJOO, SO, SOO, SP-1, SP-2, SP-3, SRD, SV, SVO y SVOO		Tipos AFS, AFSJ, HPD, HPN, HS, HSJ, HSJO, HSJOO, HSO y HSOO
mm <sup>2</sup>	AWG	Termoplásticos tipos TPT y TST	Termoplásticos tipos ET, ETLB, ETP, ETT, SE, SEO, SJE, SJEO, SJT, SJTO, SJTOO, SP-1, SP-2, SP-3, SPT-1, SPT-2, SPT-3, ST, SRDE, SRDT, STO, STOO, SVE, SVEO, SVT, SVTO y STVOO		
			A#	B#	
0,10	27*	0,5	....	....	....
0,51	20	....	5**	***	....
0,82	18	....	7	10	10
1,04	17	....	....	12	....
1,31	16	....	10	13	15
1,65	15	....	....	....	17
2,08	14	....	15	18	20
3,30	12	....	20	25	30
5,25	10	....	25	30	35
8,36	8	....	35	40	....
13,29	6	....	45	55	....
21,14	4	....	60	70	....
33,62	2	....	80	95	....

Nota.

\* Cordón de Tinsel

\*\* Sólo cables de ascensores

\*\*\* 7 A sólo para cables de ascensores y 2 A para los demás. # Los valores de corriente bajo la columna A son para cordones de tres conductores y otros cordones multiconductores conectados a equipos de utilización de modo que sólo tres conductores son portadores de corriente. Los valores de corriente bajo la columna B son para cordones de 2 conductores y otros cordones multiconductores conectados a equipos de utilización de modo que sólo dos conductores son portadores de corriente. Adaptado de Tabla 400-5.a) CPE INEN 19:2001 Código Eléctrico Nacional

Es decir, la caída de tensión es la *disminución* del voltaje debido a la longitud del conductor o la resistencia de carga. Este fenómeno depende de:

- Corriente que circula por el conductor
- Calibre del conductor
- Longitud del conductor
- Temperatura del conductor
- Material del conductor

Para el cálculo de la caída de tensión en las red monofásica y bifásica (120/240 VAC) se usa la siguiente fórmula

$$\Delta V = \frac{2\rho I_c L}{S} \quad (2)$$

Donde:

$\Delta V$  es la caída de tensión [V]

$\rho$  es la resistividad del cobre (0.0172) [ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ] a 20 °C

$I_c$  es la corriente en amperios [A]

$L$  es la longitud del conductor [m]

$S$  es la sección del conductor [ $\text{mm}^2$ ] (NFPA 70, 2020, p. 65)

#### **2.2.6.4 Porcentajes Admisibles de Caída de Tensión.** Según el Artículo 2010.19

de la NFPA 70 NEC (A) señala que los circuitos alimentadores solo debe existir un 2% de caída de tensión y en un circuito derivado solo un 3%, sumando esto tendríamos un máximo del 5% (NFPA 70, 2020, p. 65).

La ecuación de la caída de tensión es:

$$e\% = \frac{4LI_n}{V_{fn}S} \quad (3)$$

Donde:

$e\%$  es la caída de tensión [%];

$L$  es la longitud del conductor [m];

$I$  es la corriente en [A];

$V_{fn}$  es la tensión nominal en [V];

$S$  es la sección transversal del conductor [ $\text{mm}^2$ ].

### **2.2.7 Cableado y Conexión**

#### **2.2.7.1 Cables Ethernet para Cableado de Sistemas de Seguridad de Cámaras.**

Existen diferentes tipos de cables Ethernet utilizados en los sistemas de seguridad de cámaras. Estos cables Ethernet son fundamentales para establecer conexiones de red confiables y de alta velocidad. En la **Tabla 10** se detalla las características algunos de los tipos más comunes:

**Tabla 10**

*Tipos de Cable Ethernet.*

<b>Categoría</b>	<b>Máxima velocidad de transmisión (a 100 m)</b>	<b>Máximo ancho de banda</b>
Cat5	10/100 Mbps	100 MHz
Cat5e	1000 Mbps / 1 Gbps	100 MHz
Cat6	1000 Mbps / 1 Gbps	>250 MHz
Cat6a*	10000 Mbps / 10 Gbps	500 MHz
Cat7	10000 Mbps / 10 Gbps	600 MHz

*Nota.* \* Los cables Cat 6 solo admiten velocidades de hasta 10 Gbps a una distancia de aproximadamente 55 metros (180 pies). Comparación de características de cables ethernet para sistemas de seguridad recomendadas por los usuarios de Fs (2021)

**2.2.7.2 Sensores de Movimiento.** Los sistemas de seguridad que utilizan sensores de movimiento se han mostrado efectivos y confiables para proteger instalaciones privadas. Este tipo de sistemas incluye dispositivos electrónicos que detectan presencia en un área específica, mediante el uso de señales de radiofrecuencia o infrarrojas (Revista Seguridad 360, 2023).

Existen diferentes tipos de sensores de movimiento, entre los cuales destacan los siguientes:

**Tabla 11**

*Tipos de sensores de movimiento*

<b>Sensores infrarrojos pasivos (PIR)</b>	<b>Sensores de microondas</b>	<b>Sensores de ultrasonido</b>
Detectan el calor que emiten los cuerpos en movimiento. Son muy eficaces para la detección de personas y animales, pero no son capaces de detectar objetos inanimados.	Emiten ondas de radio que detectan cambios en el entorno, como el movimiento de personas o vehículos. Son más precisos que los PIR, pero también son más sensibles a los cambios ambientales.	Emplean ondas sonoras para detectar movimientos en un área determinada. Son muy precisos y capaces de detectar objetos inanimados, pero son más costosos y difíciles de instalar que los sensores PIR.

*Nota.* Adaptado de *Resolución de Cámaras de Seguridad*, Revista Seguridad 360, 2023

Los sistemas de seguridad con sensores de movimiento ofrecen varias características clave que los hacen efectivos para la protección de instalaciones como son:

- **Sensibilidad ajustable:** Los sensores permiten ajustes de sensibilidad para adaptarse a las necesidades específicas de diferentes áreas, lo cual es útil para zonas de alto y bajo tráfico.
- **Áreas de vigilancia definidas:** Estos sistemas permiten la delimitación de áreas específicas para la vigilancia, mejorando así la precisión en la detección de movimientos no autorizados.
- **Alarmas sonoras y visuales:** En caso de detección de movimiento, los sistemas pueden emitir alarmas tanto sonoras como visuales, alertando a los ocupantes sobre posibles intrusos.

- Integración con otros sistemas: Los sensores de movimiento pueden ser combinados con otros sistemas de seguridad, como cámaras y alarmas perimetrales, para crear un enfoque de seguridad más integral.

Estas características hacen que los sistemas de seguridad con sensores de movimiento sean una opción robusta y versátil para la protección de propiedades.

### **2.2.8 Almacenamiento**

La información de vídeo, junto con otros datos, se puede almacenar en distintos medios para su recuperación futura. Estos datos iniciales, denominados 'grabación original', pueden existir en formato digital o analógico. Las réplicas exactas de los datos digitales también se conocen como 'originales'. Si estos datos se transfieren a un medio diferente, se les llama 'copia de seguridad de la imagen' o 'copia maestra' si son exactos, y 'exportación' si se han alterado. Estas imágenes exportadas suelen emplearse como copias de trabajo debido a los procesos de compresión, cambios de formato, mejoras o procesamientos similares (IEC 62676-1, 2014, p. 25).

Para calcular el total de almacenamiento requerido, se aplica la ecuación general proporcionada por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC 62676-4, 2015, p. 38).

$$\left( \frac{S f_{ps} C H (3600)}{1000000} \right) T_R \quad (4)$$

Donde:

$S$  es el tamaño de la imagen en [kB];

$f_{ps}$  cuadros (frames) por segundo;

$C$  es el número de cámaras en el sistema;

$H$  es el numero total de horas operacionales en un periodo de 24 horas;

$T_R$  es el periodo de retención;

3600 es para convertir de segundos a horas;

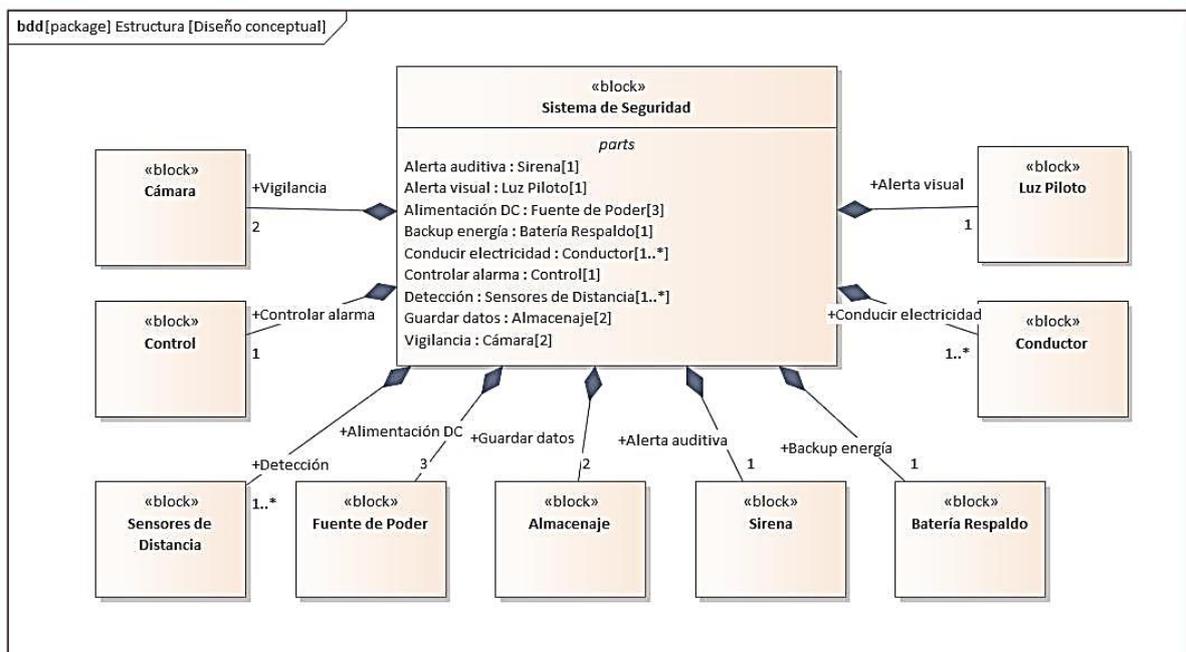
1000000 es para convertir aproximadamente de kB a GB. (IEC 62676-1, 2014, p. 25).

## 2.3 Desarrollo

### 2.3.1 Diseño del Sistema

**2.3.1.1 Diseño Conceptual.** El diseño conceptual es la fase inicial de diseño donde se definen los conceptos básicos y se establece la visión general del sistema o producto. Durante esta fase, se identifican las necesidades y requerimientos de alto nivel, se define la arquitectura básica del sistema, y se consideran las soluciones potenciales. El diseño conceptual se centra en "qué" se quiere lograr más que en "cómo" se va a lograr. Para este propósito se realiza un esquema para mostrar de manera general los elementos que conformarán el sistema de seguridad a implementar (Friedenthal et al., 2015, p. 24).

**Figura 10**  
Sistema de seguridad



En la **Tabla 12** presenta los componentes necesarios para el adecuado funcionamiento del sistema de seguridad. Básicamente el sistema de seguridad está compuesto de:

**Tabla 12**

*Componentes necesarios para la implementación del sistema de seguridad.*

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>
Cámaras	2
Sensores de Movimiento	2
Sirena	1
Fuente de poder	1
Sistema de control	1
Batería de respaldo	1
Conductores para las distintas etapas del sistema	*
Sistema de almacenaje	1

*Nota.* \* Longitud y cantidad acorde al proyecto

**2.3.1.2 Selección de Componentes.** Una herramienta comúnmente utilizada para seleccionar entre opciones basadas en diferentes criterios es la "Matriz de Decisión" o "Matriz de Evaluación". Este enfoque proporciona un proceso estructurado para comparar y evaluar diferentes opciones (en este caso, equipos de diferentes fabricantes) basándose en criterios específicos que se acoplen al proyecto.

#### Selección Sistema de Cámaras

Para la selección de las cámaras existentes en el mercado elaboramos la siguiente matriz de evaluación:

**Tabla 13**

*Ponderación sistema de cámaras.*

<b>Criterio/Marca</b>	<b>Ponderación</b>	<b>ABQ</b>	<b>Hikvision</b>	<b>Nest</b>
<b>Precio</b>	10	7	8	6
<b>Calidad de Imagen</b>	9	9	8	9
<b>Durabilidad</b>	8	8	8	7
<b>Garantía</b>	7	8	7	7
<b>Funciones Adicionales</b>	6	7	8	8
<b>Puntaje Total</b>		<b>225</b>	223	214

Las cámaras elegidas cuentan con las siguientes características:

Tabla 14

Características Técnicas Cámaras.

Características Técnicas Cámaras ABQ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Píxeles 4.0MP</li> <li>• Resolución del sensor FHD</li> <li>• Lente 3.6MM</li> <li>• Vista del ángulo 105°</li> <li>• Aplicación: ICSEE</li> <li>• Estándar de vídeo PAL: 25FPS</li> <li>• Iluminación mínima 0,01 lux Obturador electrónico Soporte dinámico amplio digital automático</li> <li>• Reducción de ruido digital 2D, 3D</li> <li>• Matriz de infrarrojos IR LED 4pcs</li> <li>• Internet WIFI (IEEE802.11b/g/n)/ 1 puerto LAN RJ45 10/100M</li> <li>• Rango de giro: 0°-355°/Rango de inclinación: -20°-90° Cambio automático de visión nocturna IR-CUT, 25-30M (difiere del entorno)</li> <li>• Protocolo de red TCP/IP, UDP, RTSP, HTTP</li> <li>• DDNS, DHCP, FTP, NTP</li> <li>• Detección de movimiento de alarma, pulsación de imagen de alarma</li> <li>• Soporte ONVIF</li> <li>• Tarjeta TF de soporte de almacenamiento (máx. 128 GB)</li> <li>• Potencia 12V/2A</li> <li>• Carcasa de plástico resistente a la intemperie, grado de protección Ambiente de trabajo Temperatura de trabajo: -10 °C ~ + 50 °C Humedad de trabajo: ≤95% HR</li> </ul>
<p><b>Especificaciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soportes y accesorios para montaje en pared.</li> <li>• Se puede utilizar en interiores y exteriores.</li> <li>• Micrófono y altavoz incorporados para intercomunicador bidireccional en la aplicación,</li> <li>• parlante y escucharse, perfecto para cuidar de ti y de los mayores.</li> </ul>

Figura 11

Cámara ABQ elegida.



Nota. Tomado de Cámara de Seguridad H1 FHD [Fotografía de Catalogo], por Importadorajumejato, 2023, (<https://importadorajumejato.com>).

### Selección Sistema de Alarma Mediante Sensores

Para seleccionar el sistema de alarma adecuado entre las opciones disponibles en el mercado, se realiza la siguiente matriz de evaluación:

**Tabla 15**

*Ponderación sistema de alarma mediante sensores de movimiento.*

<b>Criterio/Marca</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Paradox</b>	<b>DSC</b>	<b>Honeywell</b>
<b>Precio</b>	10	7	8	7
<b>Facilidad de uso</b>	9	8	7	9
<b>Durabilidad</b>	8	9	8	8
<b>Garantía</b>	7	8	7	7
<b>Funciones Adicionales</b>	6	8	7	8
<b>Servicio al cliente</b>	5	7	6	8
<b>Puntaje Total</b>		<b>250</b>	239	248

El kit para los sensores cuenta con las siguientes características:

**Tabla 16**

*Características técnicas Kit de Alarma.*

<b>Características Técnicas KIT-Paradox SP-4000</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expansible hasta 32 zonas</li> <li>• 4 zonas en placa, 8 con duplicación habilitada</li> <li>• 1 zona en teclado (hasta 15 teclados/zonas)</li> <li>• 2 particiones</li> <li>• 32 códigos de usuario</li> <li>• 12 PGMS, 1 en placa</li> <li>• Control remoto por Bus, 32 usuarios ((con RX1/RTX3)</li> <li>• Comunicación GSM/GPRS con PCS200</li> <li>• Comunicación TCP/IP con IP100</li> <li>• Módulo de voz externo con VDMP3</li> <li>• Software de carga/descarga</li> <li>• (BabyWare remota por GPRS, IP o línea)</li> <li>• StayD (protección las 24 horas)</li> <li>• Bus de expansión de 4 hilos (conecta hasta 15 teclados)</li> <li>• Admite sirenas cableadas</li> <li>• Compatible con la serie PCS</li> <li>• Admite el módulo de Internet IP150</li> <li>• Admite el marcador de voz del complemento VDMP3</li> <li>• Admite la llave de memoria USB PMC5</li> <li>• Control del sistema basado en aplicaciones a través de Insite GOLD</li> <li>• Menús para programar códigos de instalador, maestro y mantenimiento.</li> <li>• Múltiples números de teléfono: 3 para estación de monitoreo, 5 para marcación personal y 1 para informes de búsqueda de personas</li> <li>• Circuito de marcador patentado de 2 optoacopladores</li> <li>• Función automática de horario de verano</li> <li>• 2 Sensores de movimiento de alcance de 8 m</li> <li>• 1 Sensor de IPR de alcance 60 m</li> <li>• Actualización local de firmware</li> </ul>

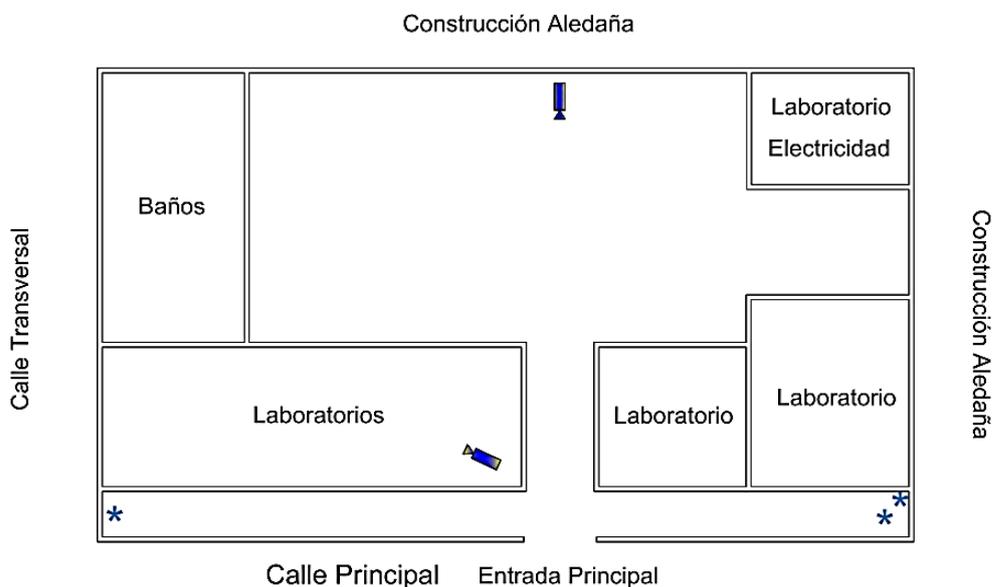
**Figura 12**  
Kit Paradox SP4000.



*Nota.* Tomado de Kit de Alarma Paradox [Fotografía de Catalogo], por Sumerlabs, 2023, (<https://sumerlabs.com>).

**2.3.1.3 Ubicación Estratégica del Sistema de Cámaras.** Tras haber identificado los trayectos con mayor afluencia de personas y las posibles zonas de ingreso dentro del perímetro de control, como se ilustró en la **Figura 4**, se procede a determinar la ubicación de los componentes, incluyendo cámaras y sensores, tal como se muestra en la **Figura 13**.

**Figura 13**  
*Ubicación de componentes.*



*Nota.* Identificación de puntos vulnerables y posible zonas de ingreso. Adaptado de Layout of the SCA facility [Figura 1] por Bassam, S., Herrmann, J. W., y Schmidt, L. C. (2015). Model-based Vulnerability Assessment. *Procedia Computer Science*, 44, 4 Publicado por Elsevier.

En la **Tabla 17** se muestran los elementos usados en el plano de las instalaciones.

**Tabla 17**

Elementos utilizados en el plano de la ubicación

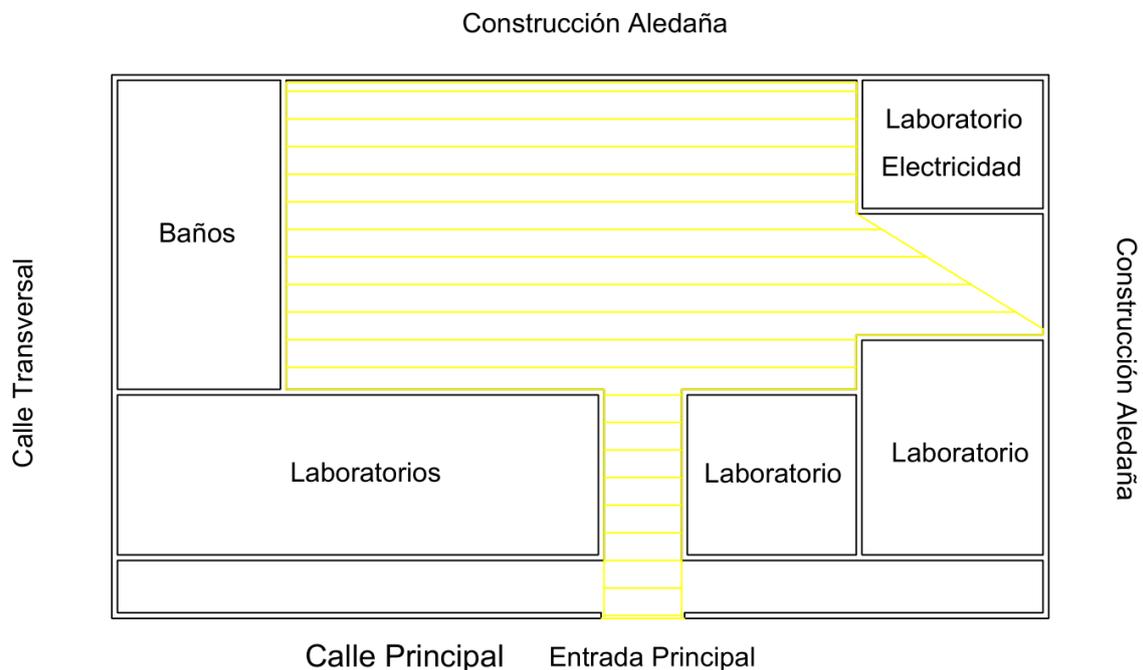
Elementos	Iconos
	Cámaras
	Sensores de movimiento

*Nota.* Símbolos usados en Layout instalaciones del ISTMS.  
Adaptado de Layout of the SCA facility [Tabla 1] por Bassam, S., Herrmann, J. W., y Schmidt, L. C. (2015). Model-based Vulnerability Assessment. *Procedia Computer Science*, 44, 413–422. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.025> Publicado por Elsevier B. V.

En la **Figura 14** se puede observar todas las posibilidades de barrido a las que puede acceder la cámara PTZ #1 al ser ubicada en el patio central de los laboratorios.

**Figura 14**

*Posible barrido de cámara PTZ #1*



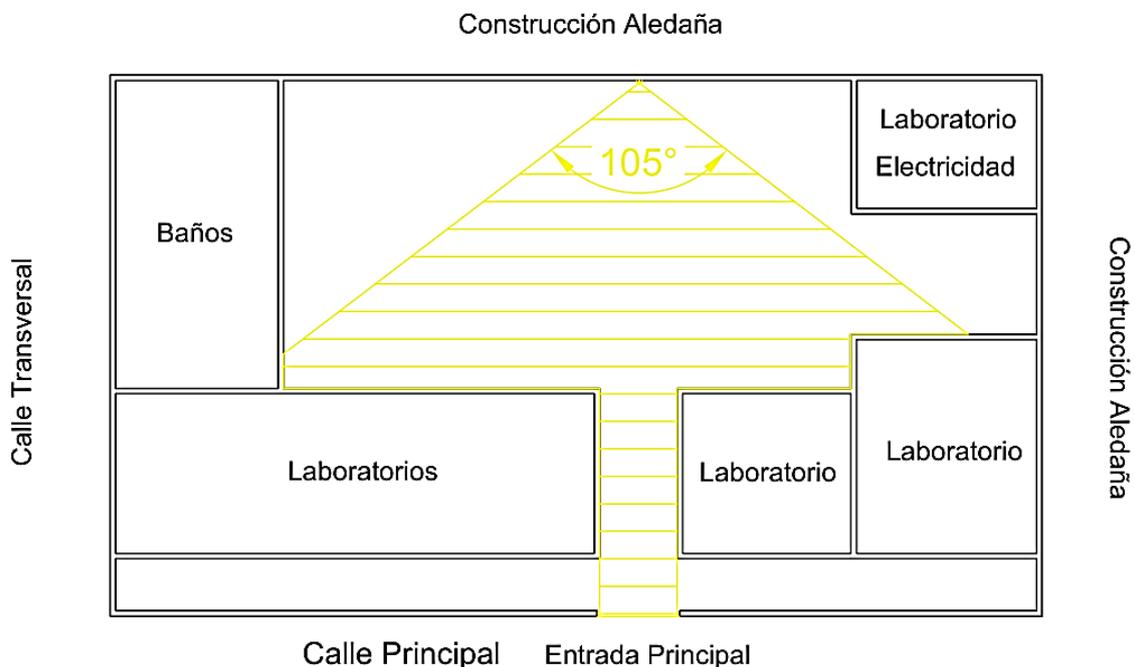
*Nota.* De acuerdo con la ubicación elegida estos son las posibles zonas de barrido, restringidas únicamente por la ubicación que esta debajo del techo.

En este caso, se puede observar que existe una restricción en el barrido, ya que la cámara estará ubicada debajo del techo del patio central; es decir, los límites de visualización serán las paredes internas del instituto.

El barrido de la cámara PTZ #1 ilustrada en la **Figura 15** muestra la configuración con la que se plantea dejar programada con el objetivo de mantener la posición de los puntos establecidos en el análisis de vulnerabilidades.

**Figura 15**

*Ángulo de barrido de cámara PTZ patio #1 central.*



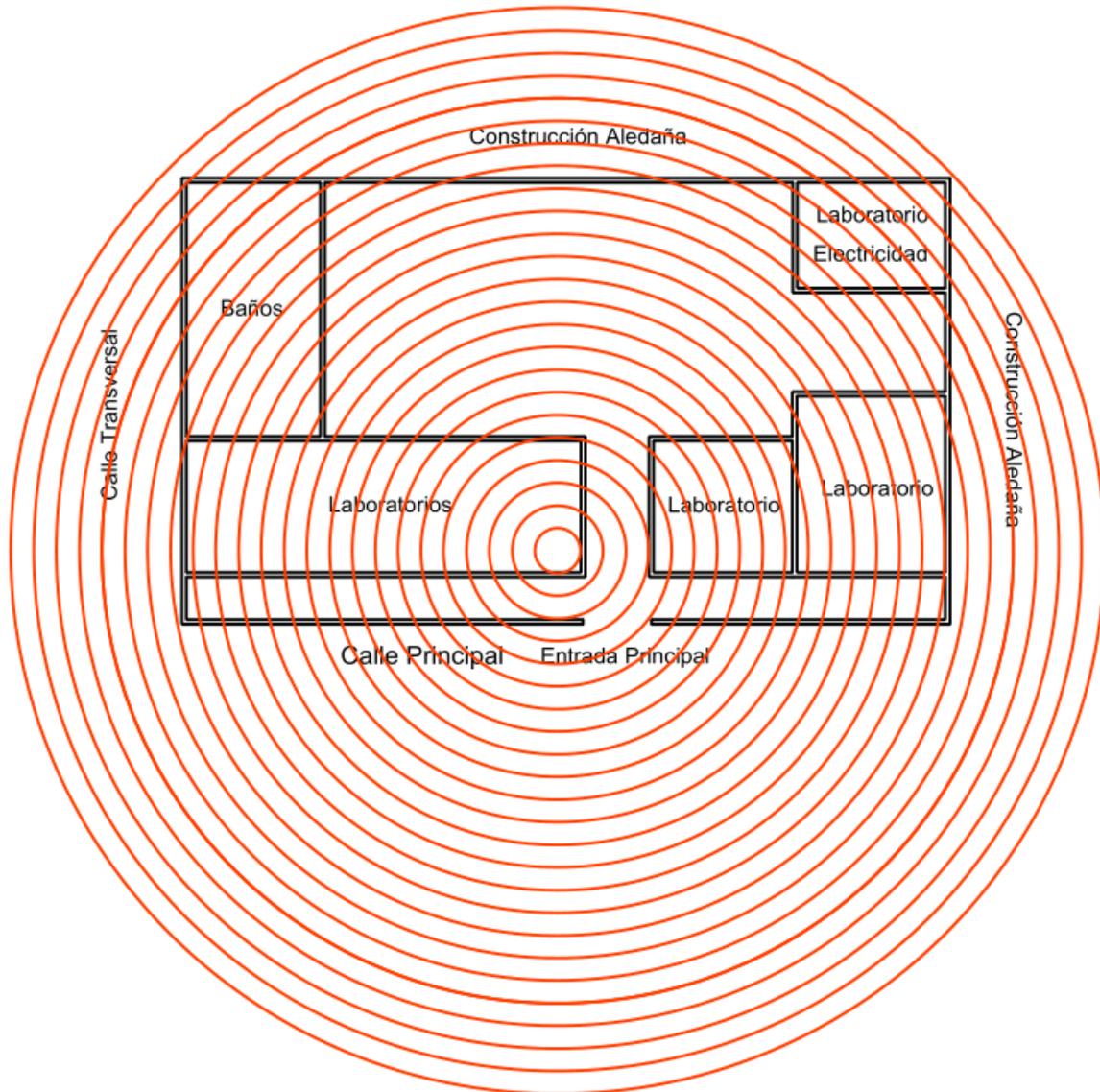
*Nota.* Ángulo de barrido de 105° de cámara PTZ con alcance de más de 20 m. Barrido cubre toda el área de mayor afluencia de personas.

De la misma forma se procede a determinar las posibilidades de barrido de la cámara PTZ #2, como se ilustra en la **Figura 16**. Se puede observar que la ubicación permite tener un gran rango de posibilidades para esta cámara ya que estará ubicada sobre el techo de las aulas.

El barrido de la cámara PTZ #2 ilustrada en la **Figura 17**, muestra la configuración con la que se plantea dejar programada con el objetivo de mantener la posición de los puntos establecidos en el análisis de vulnerabilidades.

**Figura 16**

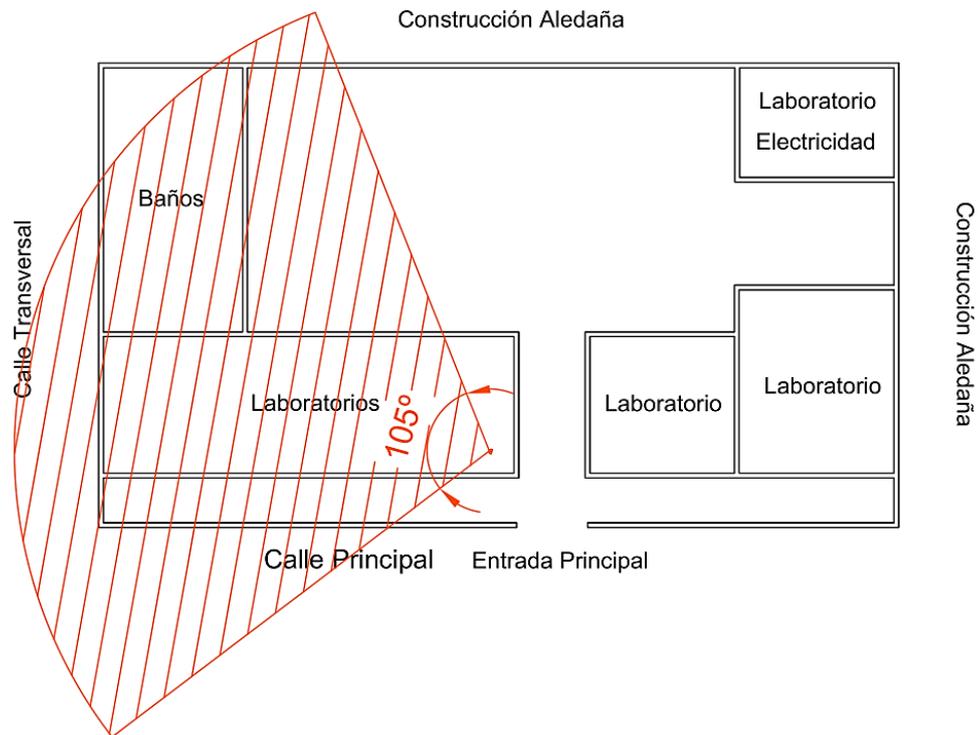
*Posibles barridos de cámara PTZ #2.*



*Nota.* Las líneas tomatas ilustran todas las configuraciones de barrido posibles para la orientación manual de la cámara PTZ #2. Su colocación en el techo brinda la posibilidad de dirigirla hacia las zonas más vulnerables identificadas en el análisis previo.

**Figura 17**

Ángulo de barrido de cámara PTZ #2.

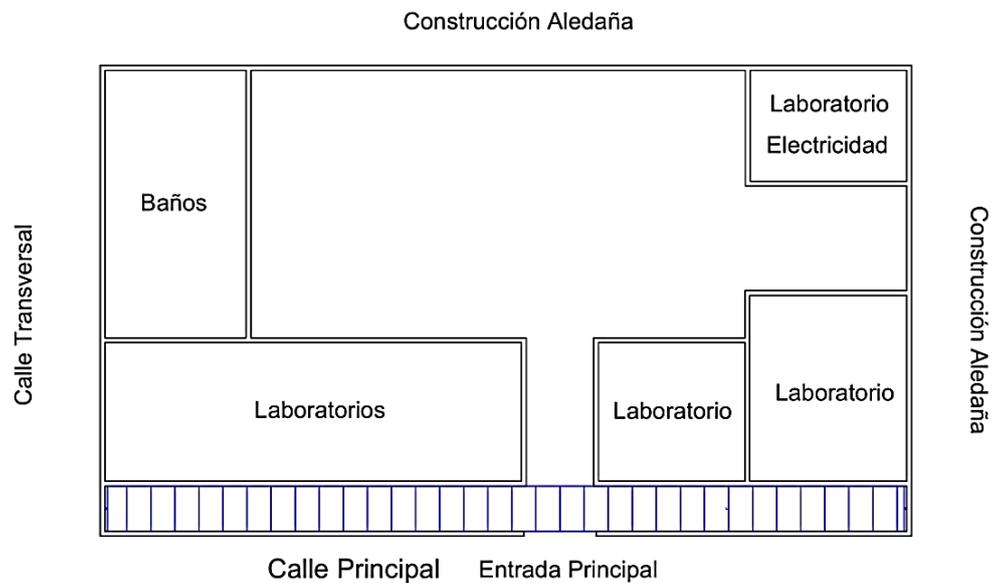


*Nota.* Ángulo de barrido de 105° de cámara PTZ con alcance de más de 20 m. Barrido cubre toda el área de la calle transversal

En la **Figura 18**, se puede apreciar que el patio frontal estará monitoreado por sensores de proximidad.

**Figura 18**

*Barrido sensores de movimiento.*

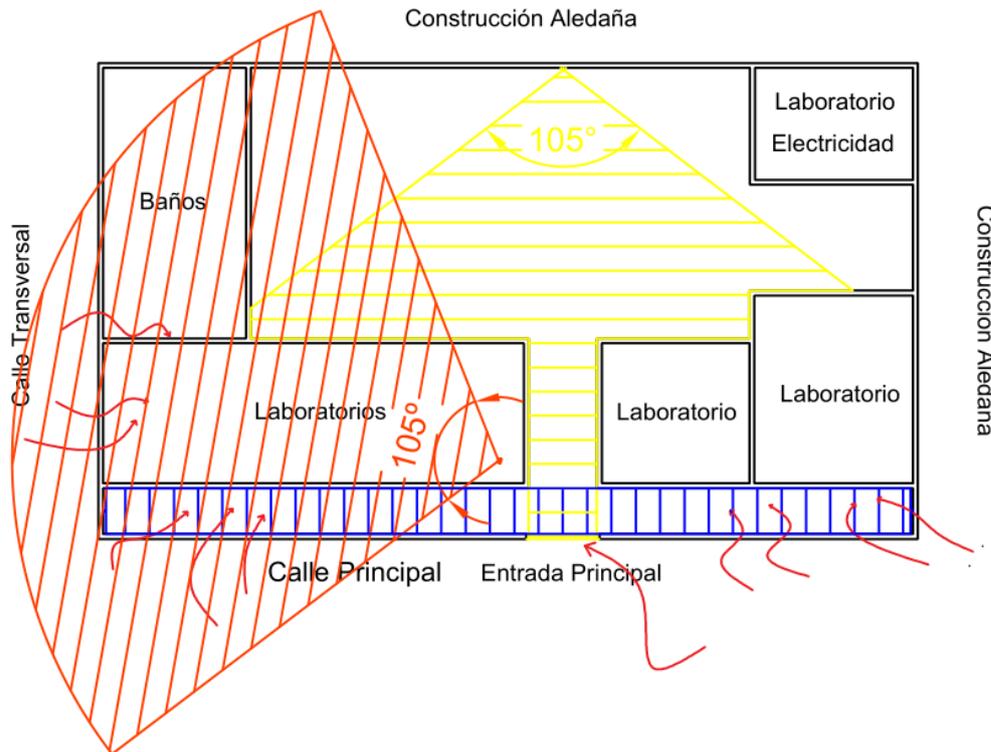


*Nota.* Líneas azules representan el área que cubre los sensores de proximidad.

Tras definir las áreas de cobertura, en la **Figura 19**.se procede a mostrar la proyección total del barrido del sistema de seguridad de toda la instalación

**Figura 19**

*Perímetro controlado por 2 sensores y dos cámara PTZ.*



*Nota.* Sistema en estado completamente armado, se puede observar cómo se neutralizan todas las vulnerabilidades identificadas en la etapa de Análisis. Las líneas rojas representan los posibles puntos de acceso que tienen las instalaciones.

#### 2.3.1.4 Requerimientos Eléctricos.

**Tabla 18**

##### *Requerimientos Eléctricos*

ID	Nombre	Descripción
RE-01	Respaldo de energía	Deberá contar alimentación de respaldo con una batería de 12 VDC.
RE-02	Interruptor Termomagnético	En la sección 5.9 de la NEC-SB-IE indica que los cables de artefactos eléctricos se deben proteger contra sobre corriente de acuerdo con su capacidad de corriente, tal como se establece en la <b>Tabla 20</b> (NEC-SB-IE, 2018, p. 9). En este caso deberá usarse un interruptor de 15 A para un conductor de #14 AWG o interruptor de 7 A si se decide usar conductor #18 AWG.
RE-03	Conductor desde TDS a Tablero de Fuente	<b>Opción 1</b> De acuerdo Artículo 210-10 c) Se lo considera como " <b>Otras cargas</b> " en el cual los conductores de circuitos ramales que

		<p>alimenten a cargas distintas de artefactos de cocina, tal como se indica en el apartado anterior b) y en la lista del Artículo 210-2, deben tener una capacidad de corriente suficiente para las cargas conectadas y una sección transversal no menor a 2,08 mm<sup>2</sup> (14 AWG).</p> <p><b>Opción 2</b></p> <p>De acuerdo con el Artículo 240-4 Los cordones flexibles, incluidos los decorativos y las extensiones, se deben proteger contra sobre corriente según su capacidad de corriente, tal como se establece en las Tablas 400-5. (A) El Artículo 402-6 señala que la sección transversal mínima de los conductores para aparatos no debe tener una sección transversal menor a 0,82 mm<sup>2</sup> (18 AWG).</p>
RE-04	Conductor desde TDS a Tablero de Fuente	40 m desde PDP a PDS. Requerimiento generado por ubicación de paneles del ITSMS.
RE-05	Tipo Cable Ethernet	Cat 6 de acuerdo con requerimiento del fabricante.
RE-06	Longitud Cable Ethernet	60 m de distancia desde Fuente hasta cámaras. Requerimiento generado por ubicación de paneles del ITSMS.
RE-07	Potencia Sirena	Sirena de 60 W
RE-08	Potencial de Fuente de poder	Salida de 12 VDC
RE-09	Alcance Sensores de distancia PIR	El alcance de los 1 sensores deberá ser de 60 m.
RE-10	Alcance Sensor de movimiento	El alcance del sensor deberá ser de 8 m.

*Nota.* \* RE: Requerimiento Eléctrico

### **2.3.2 Cálculo de Conductor desde TDS a Tablero de Fuente.**

En el mercado existe fuentes para sistemas de cámaras CCTV de 12 VDC con corrientes de varios amperajes de: 12 VDC 1 A, 12 VDC 1.5 A, 12 VDC 2 A, 12 VDC 3 A, 12 VDC 4 A, 12 VDC 5 A y 12 VDC 6 A.

Realizamos el cálculo en base a la fuente del kit Paradox SP4000 con input 100-240 VAC 1.6 A con un de output 12 VDC 6 A.

El cálculo se lo realiza por los criterios ampacidad y el criterio de caída de tensión.

**Figura 20**

Conductor desde TDS a Tablero de Fuente.



*Nota.* TDS: Tablero de Distribución secundario.

**Criterio de Ampacidad:**

Calculamos la potencia de la carga

$$P = V_{fn}I = 120 \times 1.6 = 192 \text{ [w]}$$

En el caso de tomar en cuenta el factor de potencia, se asume un valor no menor de  $\cos(\varphi) = 0,85$  atrasado, es decir, inductivo y usamos la ecuación ( 1 ) (Rodríguez y Aguirre, 2022, p. 81).

$$I_n = \frac{P}{V_{fn}\cos(\varphi)} = \frac{192}{120(0,85)} = 1,88 \text{ [A]}$$

Calculamos la corriente de carga de acuerdo con la NEC-SB-IE (NEC 2018, p.8) ya que es una carga continua por estar energizado más de 3 horas continuas.

$$I_c = I_n \times 125\% = 1,88 \times 125\% = 2,35 \text{ [A]}$$

**Cálculo de Sección Mínima de Conductor**

Calculamos la caída de tensión la cual debe ser  $\Delta V \leq 3\%$ .

$$\Delta V = 3\% \times V_{fn} = 3\% * 120 = 3,6 \text{ [v]}$$

Luego despejamos  $S$  de la ecuación ( 2 ) y tenemos,

$$S = \frac{2\rho LI_c}{\Delta V} = \frac{2(0,017241)(20)(2,35)}{3,6} = 0,4507 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Tabla 19

Consideraciones para elección de conductor.

Criterio	Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 19:2001 Código Eléctrico Nacional	Aplicación	Conductor
Opción 1	De acuerdo Artículo 210-10 c) Se lo considera como “ <b>Otras cargas</b> ” en el cual los conductores de circuitos ramales que alimenten a cargas distintas de artefactos de cocina, tal como se indica en el apartado anterior b) y en la lista del Artículo 210-2, deben tener una capacidad de corriente suficiente para las cargas conectadas y una sección transversal no menor a 2,08 mm <sup>2</sup> (14 AWG).	Si en el futuro se vaya a realizar una derivación de este conductor.	En base a la <b>Tabla 8</b> escogemos el conductor calibre #14 AWG que tiene una sección transversal S. de 2.08 mm <sup>2</sup> .
Opción 2	De acuerdo con el Artículo 240-4 Los cordones flexibles, incluidos los decorativos y las extensiones, se deben proteger contra sobre corriente según su capacidad de corriente, tal como se establece en las Tablas 400-5. (A) El Artículo 402-6 señala que la sección transversal mínima de los conductores para aparatos no debe tener una sección transversal menor a 0,82 mm <sup>2</sup> (18 AWG).	En el caso de usar el conductor exclusivamente para uso de las cámaras	En base a la <b>Tabla 9</b> escogemos el conductor calibre #18 AWG de la columna #B que tiene una sección transversal S. de 0.82 mm <sup>2</sup> .

Criterio de Caída de Tensión:

Se calcula la caída de tensión en el conductor usando la ecuación ( 3 ) tomando en cuenta que la longitud del cables desde el TDS al panel de la fuente es 20 m cerciorándose de que las dos opciones disponibles no pasen el 3% de caída.

Calculo usando el conductor #14 AWG

$$e\% = \frac{4LI_c}{V_{fn}S} = \frac{4(20)(2,35)}{120(2,08)} = 0,075\%$$

Calculo usando el conductor #18 AWG

$$e\% = \frac{4LI_c}{V_{fn}S} = \frac{4(20)(2,35)}{120(0,82)} = 0,19\%$$

Por lo tanto, se asegura de no exceder el 3% de caída de tensión en las dos opciones lo cual es el porcentaje mínimo permitido según las normas para la caída de tensión en una derivación.

### 2.3.3 Dimensionamiento Interruptor Termomagnético.

#### Dimensionamiento interruptor termomagnético para conductor #14 AWG

En la sección 5.9 de la NEC-SB-IE indica que los cables de artefactos eléctricos se deben proteger contra sobre corriente de acuerdo con su capacidad de corriente, tal como se establece en la **Tabla 20** (NEC-SB-IE, 2018, p. 9).

**Tabla 20**

*Capacidad de protección en función del calibre del conductor.*

Calibre de conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor (Amperios)	15/16	20	30/32	40	50

*Nota.* Referenciado de la Tabla 210.24 National Electrical Code. Adaptado de Tabla 5 del NEC-SB-IE, 2018.

Por tanto, para el cable #14 AWG se usaría un interruptor de 15 [A]

#### Dimensionamiento interruptor termomagnético para conductor #18 AWG

En la sección NEC 240.4 (C) para pequeños conductores, señala que la protección de sobre corriente para el conductor #18 AWG debería ser de 7 A ya que la carga no excede los 5.6 amperios.

### 2.3.4 Cálculo de Almacenamiento

Para realizar el cálculo del tamaño de datos que podría generar la cámara seleccionada se usa la ecuación ( 4 ) de la sección de almacenamiento del marco teórico.

Dado que se tiene las siguientes variables:

$$\text{Bitrate} = 4 \text{ MB/s}$$

$$\text{Fps} = 12$$

$$C = 1 \text{ cámara}$$

$$H = 8 \text{ h}$$

$$TR = 1 \text{ día}$$

Para determinar el tamaño de un frame ( $S$ ). Se toma el bitrate de la cámara que es de 4 MB/s, lo que significa que cada segundo, la cámara genera 4 Megabytes de datos.

Para trabajar con unidades más manejables, se convierte estos Megabytes a kilobytes (1 MB = 1000 kB), resultando en 4000 kB/s.

Ahora, se sabe que en cada segundo se generan 4000 kB de datos y que se capturan 12 frames en ese mismo segundo.

Para encontrar cuántos kilobytes de datos se generan por cada frame, se divide el total de kilobytes generados en un segundo entre el número de frames capturados en un segundo:

$$S = \frac{(4 \times 1000 \text{ kB})}{12} = 333.33 \text{ kB}$$

Luego de realizar la conversión de unidades se procede a usar la Ecuación (4) con el fin de determinar o tener un aproximado del almacenaje que se requiere para un tiempo de operación de 8 horas por día, ya que las cámaras se activarán únicamente cuando reconocen la imagen de una persona en su barrido, el resto de tiempo las cámaras permanecerían en estado de standby.

$$\left( \frac{S f_{ps} CH(3600)}{1000000} \right) \times TR = \left( \frac{333.33 \times 12 \times 1 \times 8 \times 3600}{1000000} \right) \times 1 = 6.9119 \approx 6.91 \text{ GB}$$

Por lo tanto, necesitarás aproximadamente 6.91 GB de almacenamiento para grabar 8 horas de video a 12 fps con un bitrate de 4MB/s usando una cámara, y mantenerlo por un día. Ya que las cámaras cuentan con tarjetas de memoria con una capacidad de 65 GB se procede a calcular el tiempo que podría grabar cada cámara.

$$t = \frac{\text{Capacidad de almacenamiento de la tarjeta}}{\text{Almacenamiento calculado para las 8h}}$$

$$t = \frac{65 \text{ GB}}{6.91 \text{ GB/día}} \approx 9,4 \text{ días}$$

Por lo tanto, cada cámara podría almacenar en cada una de sus tarjetas 9,4 días de grabación.

### **2.3.5 Planos Eléctricos**

En la **Figura 21** ilustra un diagrama unifilar detallando el diseño y la disposición de las conexiones de alimentación para el sistema de seguridad. Desde el Tablero de Distribución Principal (TDP), se extiende un conductor de calibre AWG 14 hasta el tablero de fuente (TDF). Este conductor está protegido por un interruptor termomagnético de 15 A ubicado en el TDF, asegurando la protección de los conductores subsiguientes.

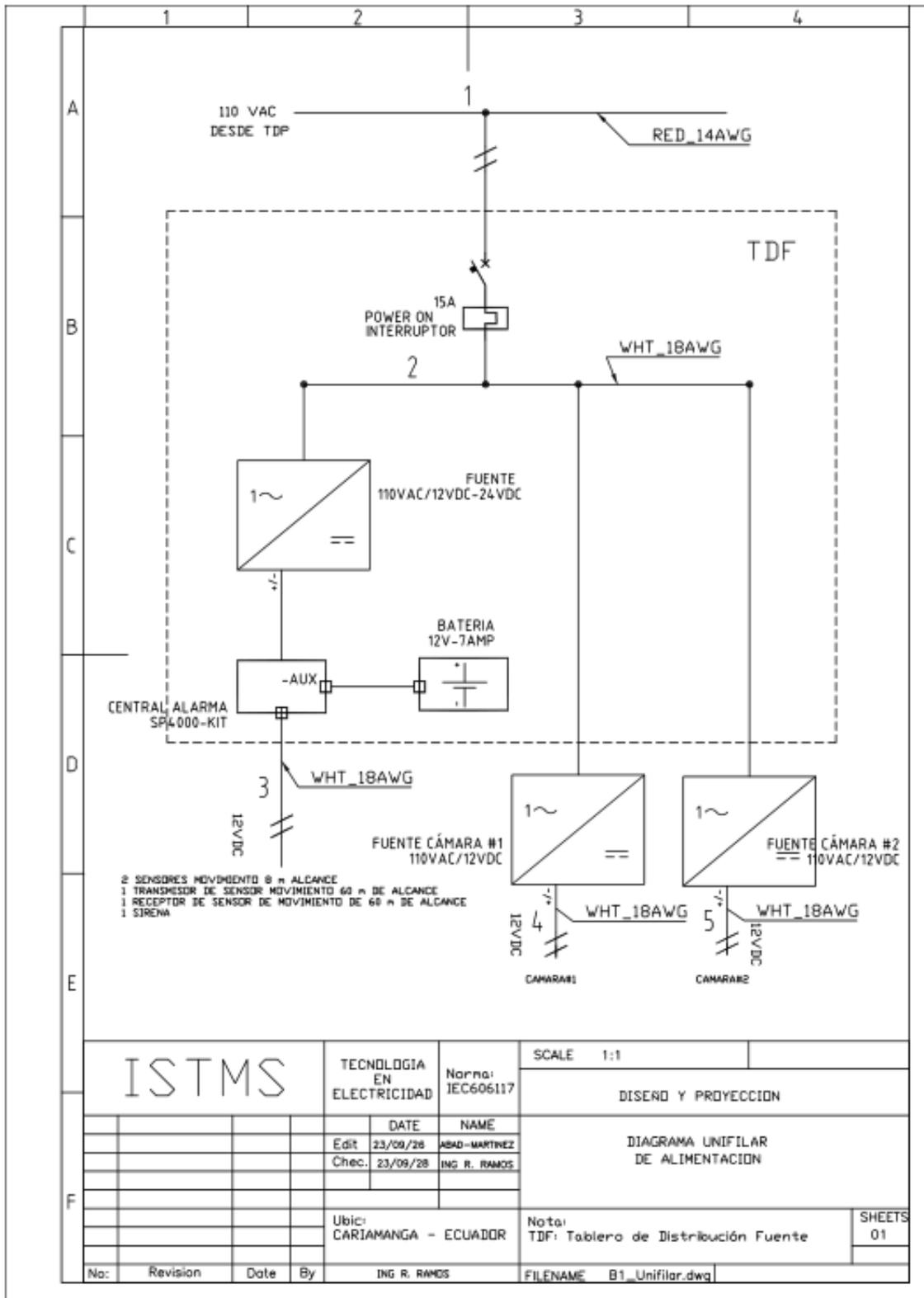
El circuito se divide en tres ramas a partir de este punto: una línea se dirige al controlador de la alarma, y las otras dos a las cámaras de seguridad. Es importante notar que cada cámara cuenta con su propia fuente de conversión AC/DC, asegurando una adecuada transformación de la energía para su funcionamiento óptimo.

El sistema de alarma está respaldado por una batería de emergencia, la cual entra en funcionamiento automáticamente en caso de un corte de energía, garantizando la continuidad de la vigilancia y seguridad.

Por su parte, la **Figura 22** detalla la simbología utilizada en dicho diagrama para una correcta interpretación.

Figura 21

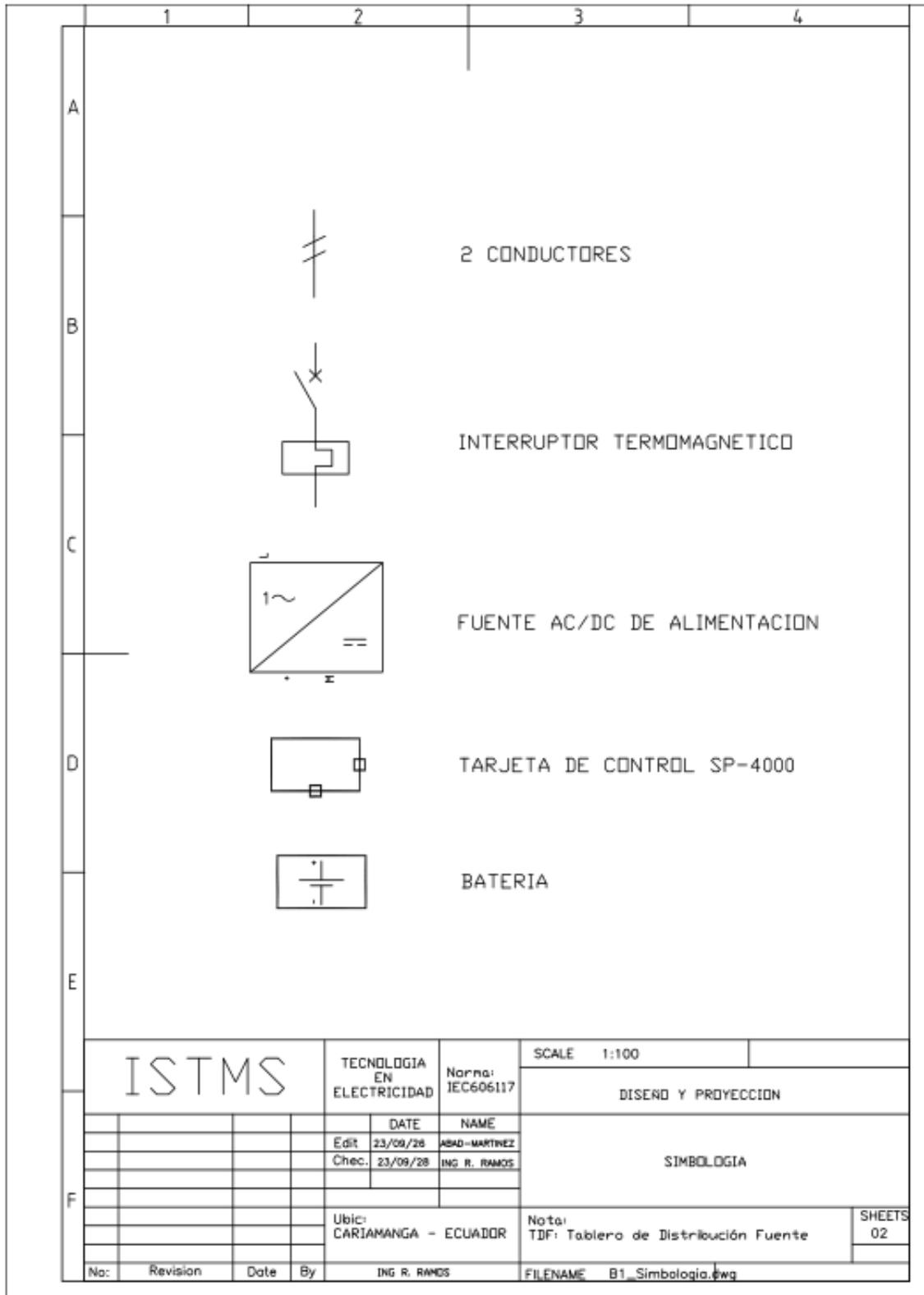
Diagrama eléctrico unifilar.



Nota. Para mayores detalles ver plano 01 en anexos

**Figura 22**

*Simbología usada en planos.*



*Nota.* Para mayores detalles ver plano 02 en anexos

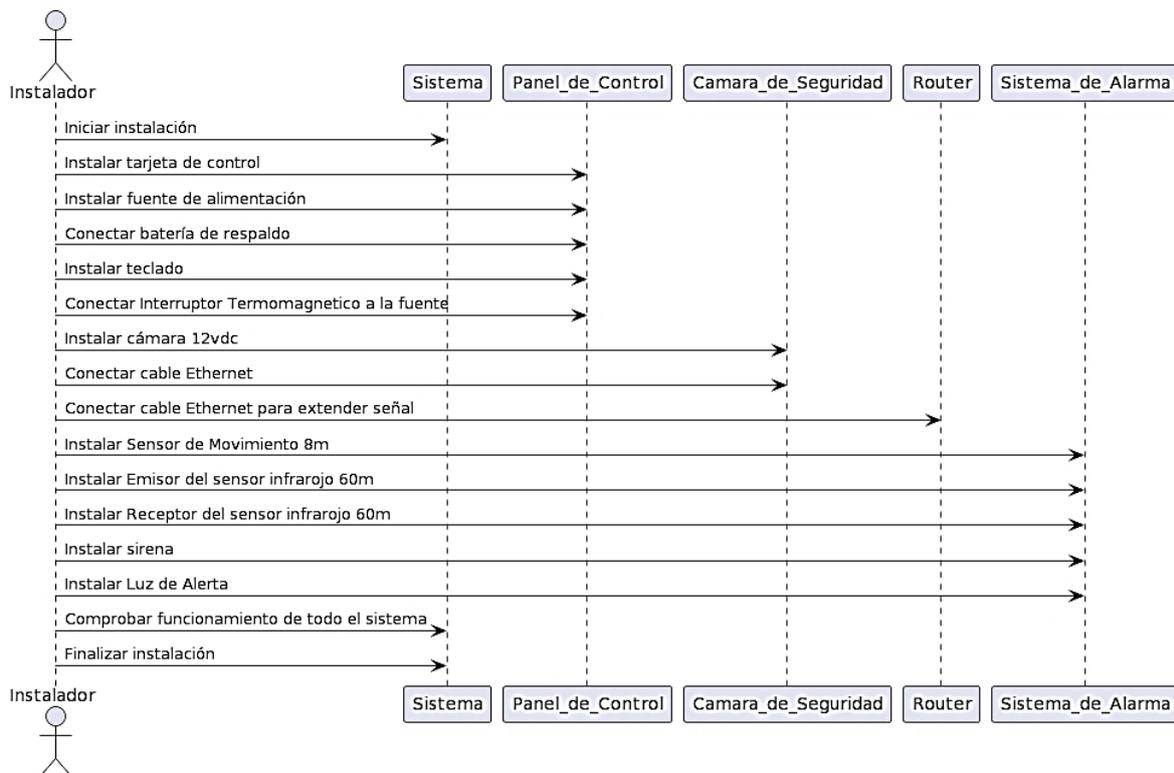


## 2.4 Implementación

Tras concluir las etapas de análisis y diseño del sistema, se llega a la fase de implementación. Este capítulo detalla cómo se llevó a cabo la materialización de lo previamente estipulado. Esta etapa es importante ya que es el punto donde los conceptos y las ideas se transforman en acciones concretas, enfrentando, en ocasiones, desafíos no anticipados en fases anteriores.

**Figura 25**

*Secuencia de instalación para cada elemento.*



El proceso de implementación se planificó en el siguiente orden:

- Evaluación del lugar: Antes de instalar el sistema de alarma, fue necesario evaluar el lugar para determinar los puntos de entrada y las áreas que requieren monitoreo.
- Selección del equipo: Basado en la evaluación, se seleccionan los sensores, cámaras, y otros componentes necesarios.
- Instalación de sensores: Los sensores se instalan en puertas, ventanas y otras áreas identificadas.

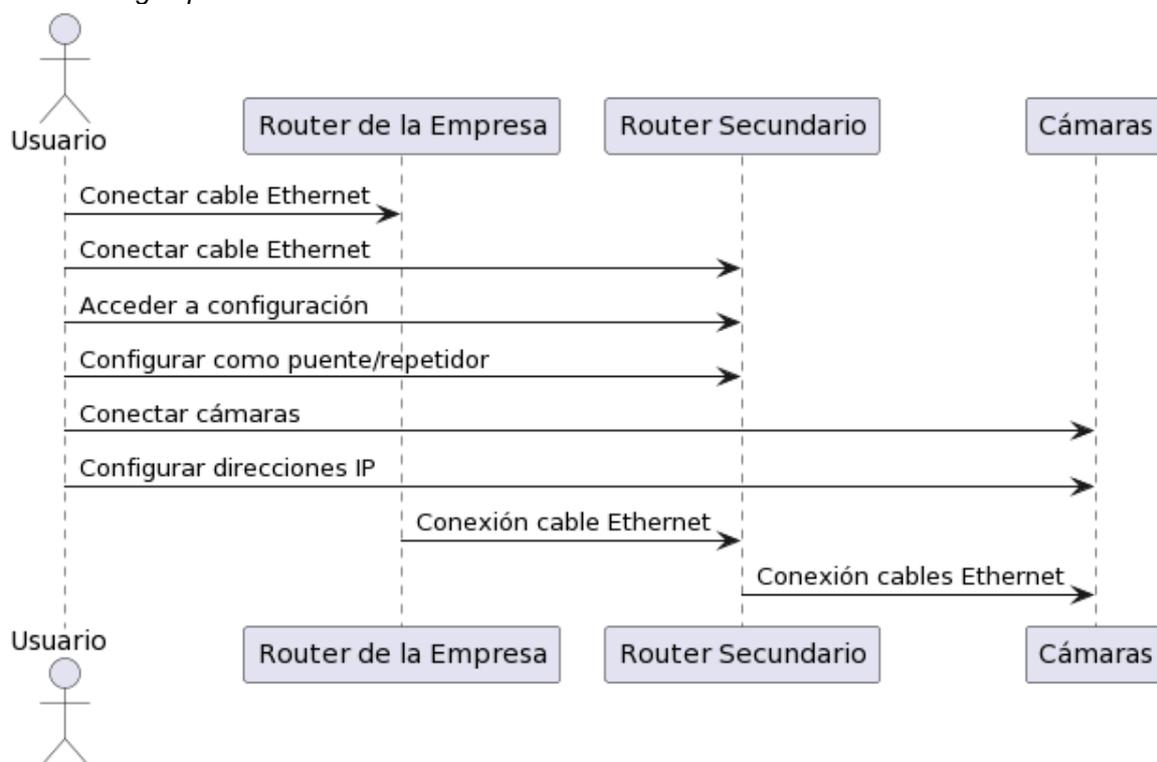
- Configuración del panel central: Este es el cerebro del sistema de alarma y se configura para comunicarse con todos los sensores.
- Instalación y configuración de cámaras: Las cámaras se instalan en áreas estratégicas y se conectan al sistema.
- Conexión a la red: El sistema se conecta a la red para permitir el monitoreo remoto.

El proceso de instalación y configuración de las cámaras para ser conectados al

Internet se lo realiza como se muestra en la **Figura 26**.

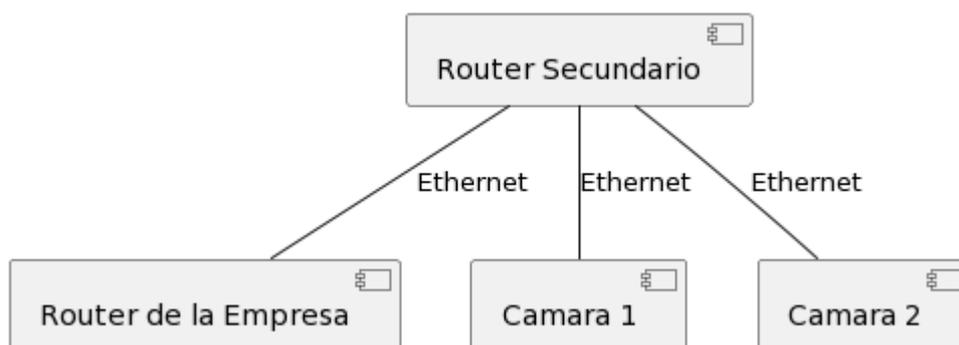
**Figura 26**

*Pasos a seguir para la instalación.*



**Figura 27**

*Topología de conexión estrella del proyecto.*



### **2.4.1 Constancia de Etapa de Implementación**

1. Se realizó la verificación de los equipos y herramientas a ser implementados.

**Figura 28**

*Verificación previa de elementos a usar.*



2. Colocación de tablero de fuente (TDF) para el sistema de alarma.

**Figura 29**

*Instalación Tablero de Fuente (TDF).*



3. Colocación de mangueras y cableado.

**Figura 30**

*Instalación de mangueras y cableado.*



4. Puesta de panel de control de la alarma

**Figura 31**

*Instalación tarjeta de control en panel.*



5. Instalación y cableado hacia sirena de seguridad.

**Figura 32**

*Instalación de Sirena de seguridad.*



6. Puesta de luz roja de activación de alarma y colocación de tomas eléctricas.

**Figura 33**

*Instalación de luz piloto de alarma y conexión de tomas.*



7. Instalación de soporte metálico para los sensores infrarrojos

**Figura 34**

*Instalación de soporte para sensores infrarrojos.*



## 8. Conexión de la tarjeta hacia los sensores infrarrojos

**Figura 35**

*Conexión de sensores infrarrojos.*



## 9. Conexión de alimentación y de periféricos hacia la tarjeta.

**Figura 36**

*Conexión de periféricos a tarjeta de control.*



## 10. Instalación de los sensores y cámara de seguridad en puntos designados

**Figura 37**

*Instalación de sensores y cámaras*



## 11. Colocación de sensor de presencia.

**Figura 38**

*Ubicación de sensor corto alcance*



## 12. Conexión de los sensores y demás elementos en el panel de control

**Figura 39**

*Conexión final de periféricos a control.*



## 13. Nivelación de los sensores emisor y receptor para que se comuniquen entre ellos.

**Figura 40**

*Instalación sensores de largo alcance.*



## 14. Colocación de la cámara #2

**Figura 41**

*Instalación cámara #2.*



## 15. Instalación de la aplicación para funcionamiento de las cámaras y configuraciones.

**Figura 42**

*Software para configuración de cámaras.*



## Conexión y Configuración a Internet

1. Se procede a instalar el router de forma inalámbrica para la conexión a internet de la alarma.

**Figura 43**

*Instalación de extensión de router.*



2. Se conecta el ip de acceso a internet para utilizar la aplicación insite gold.

**Figura 44**

*Conexion a Internet desde controlador*



3. Se instala la app para activación y desactivación de la alarma

**Figura 45**

*Software Paradox Insite Gold*



4. Se procede a realizar la programación para el respectivo funcionamiento.

**Figura 46**

*Programación del sistema de alarma*



### 2.4.2 Configuración del Sistema

Los estados representan las condiciones más comunes y básicas que podría tener un sistema de alarma. Dependiendo de la complejidad del sistema y las características adicionales (como integración con otros sistemas domésticos, respaldo de batería, etc.), podrían existir más estados o subestados. Sin embargo, estos cuatro estados proporcionan una vista general y fundamental del comportamiento de un sistema de alarma típico (Lucichart, 2023).

Para el sistema de alarma, consideremos los siguientes estados básicos:

- Desarmado
- Armado
- En Alarma
- Error

**Desarmado:** Este es el estado inicial y representa la condición en la que el sistema no está activo o en alerta para detectar intrusiones. En este estado, el sistema no generará alertas si detecta movimiento o aperturas de puertas/ventanas. Es importante tener un estado donde el sistema esté "en reposo" o inactivo, especialmente cuando las personas están en casa o durante situaciones donde no se quiere que el sistema esté en alerta.

**Armado:** En este estado, el sistema está activo y monitorea constantemente las señales de los sensores para detectar cualquier intrusión. Este estado es importante para cuando los residentes salen o durante la noche cuando quieren asegurarse de que se les alertará si alguien intenta entrar. Representa la función principal de un sistema de alarma.

**En Alarma:** El sistema ha detectado una posible intrusión y activa la alerta, ya sea sonando una sirena, enviando una notificación o ambos. Es importante que haya un estado que represente cuando el sistema ha detectado una amenaza o intrusión y está tomando acciones al respecto.

**Error:** Indica que algo no está funcionando correctamente en el sistema, ya sea un sensor defectuoso, un problema de comunicación, batería baja, etc. En el sistema

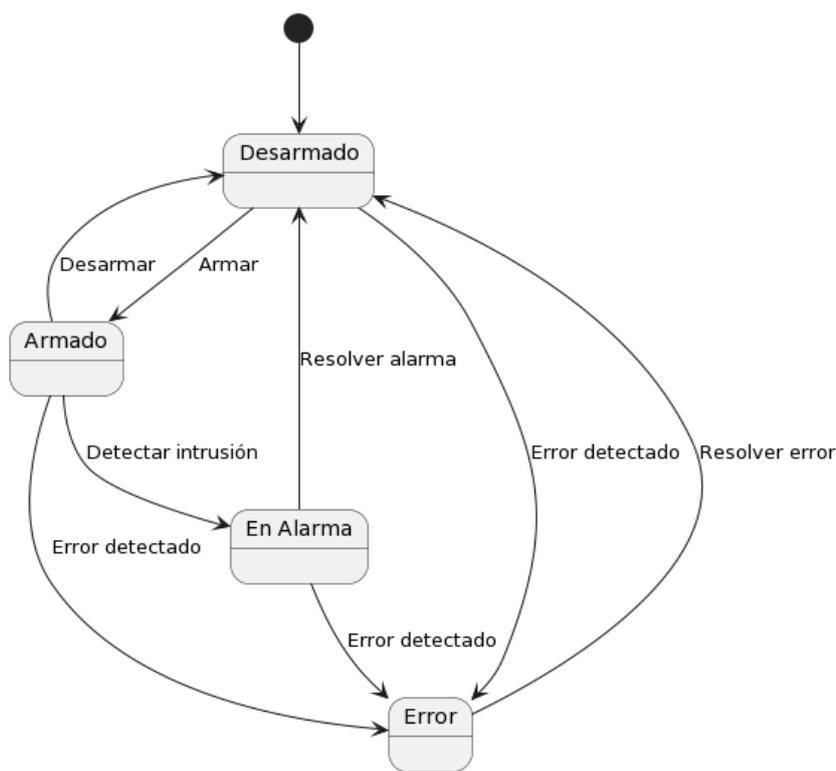
electrónico siempre hay posibilidad de errores o fallos. Es importante que el sistema pueda reconocer y notificar estos errores para que se tomen las acciones correctivas adecuadas y no se comprometa la seguridad.

En la **Figura 47** se cumplen las siguientes transiciones:

- Armar (de "Desarmado" a "Armado")
- Desarmar (de "Armado" a "Desarmado")
- Detectar intrusión (de "Armado" a "En Alarma")
- Resolver alarma (de "En Alarma" a "Desarmado")
- Error detectado (a "Error" desde cualquier estado)

**Figura 47**

*Secuencia de funcionamiento del sistema*



*Nota.* Estados del sistema de seguridad

### 2.4.3 Programación del Sistema

La programación básica del sistema se la realiza como se describe a continuación:

- Programación para entrada de teclado en modo de configuración

**Entrar + más código de instalador (0000)**

- Para la configuración de las zonas

Sección 001 + activación de zonas ya sea 08 para las zonas instantáneas o 01 para retardadas.

- Para activación de resistencia de línea.

Pulsar sección 706 y se activara.

- Para activación de zonas de sabotaje

Pulsar sección 705  
Códigos de instalador son 1234 que es el de por defecto.

*Nota.* para la activación y desactivación del sistema funcionara con los códigos 0000

ENTER para entrar a programación y 1234 Para desactivación de alarma

#### 2.4.4 Materiales y Herramientas

**Tabla 21**

*Materiales usados.*

Descripción	Cantidad
Kit Paradox SP4000	
<b>Incluye:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Fuente de alimentación de 12 v</li> <li>• 1 Teclado</li> <li>• 1 Tarjeta de Control</li> <li>• 1 Batería de respaldo 12v</li> <li>• 1 sensores de movimiento de 8 m de alcance.</li> <li>• 1 Módulo de Internet IP150</li> <li>• 1 Sirena de seguridad</li> </ul>	1 (Kit)
Sensor de Barrera Perimetral IPR de 60 m de alcance con receptor	1 (unidad)
Cámaras ABQ	
<b>Incluye:</b>	2 (unidades)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Fuentes de alimentación de 12 v</li> </ul>	
Panel eléctrico	1 (unidad)
Router Nexxt	1 (unidad)
Memorias SD 65 GB	2 (unidades)
Interruptor Termomagnético 15 A	1 (unidad)
Conductor 14 AWG	20 (m)
Conductor 18 AWG	20 (m)
Conductor UTP CAT6	100 (m)
Soporte metálico	1 (unidad)
Conector RJ45	10 (unidades)
Terminales	30 (unidades)
Manguera	100 (m)
Cinta aislante	2 (unidades)

Amarras

30 (unidades)

**Tabla 22***Herramientas utilizadas.*

Descripción	Cantidad (unidades)
Multímetro	1
Pinza amperimétrica	1
Desarmador plano	2
Desarmador estrella	2
Taladro	1
Brocas para concreto	2
Martillo	1
Escalera	1
Punta para concreto	1
Corta frío	2
Alicate	2
Pinza	1
Ponchadora de cable UTP	1

**2.4.5 Presupuesto**

El presupuesto que se presenta a continuación toma en cuenta la materia prima, las herramientas compradas para la implementación, costos de logística y el costo de la implementación.

**Figura 48***Presupuesto de total del proyecto.*

Descripción	Cantidad	Costo
Kit Paradox SP4000	1 (Kit)	\$450
Incluye:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Fuente de alimentación de 12 v</li> <li>• 1 Teclado</li> <li>• 1 Tarjeta de Control</li> <li>• 1 Batería de respaldo 12v</li> <li>• 1 sensores de movimiento de 8 m de alcance.</li> <li>• 1 Módulo de Internet IP150</li> <li>• 1 Sirena de seguridad</li> </ul>		
Sensor de Barrera Perimetral IPR de 60 m de alcance con receptor	1 (unidad)	\$50
Cámaras ABQ	2 (unidades)	\$120
Incluye:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Fuentes de alimentación de 12 v</li> </ul>		
Panel eléctrico	1 (unidad)	\$20
Router tp-link	1 (unidad)	\$28
Memorias SD 65 GB	2 (unidades)	\$40

Interruptor Termomagnético 15 A	1 (unidad)	\$12
Conductor 14 AWG	20 (m)	\$10
Conductor 18 AWG	20 (m)	\$10
Conductor UTP CAT6	100 (m)	\$60
Soportes metálicos	4(unidad)	\$40
Conector RJ45	10 (unidades)	\$10
Terminales	30 (unidades)	\$5
Manguera	100 (m)	\$16
Cinta aislante	2 (unidades)	\$2
Amarras	30 (unidades)	\$3
Canaleta, tornillos, grampas, componentes varios necesarios en la instalación		\$20
Logística y asesoría previo al panel de control		\$20
<b>Subtotal costo de materiales</b>		<b>\$916</b>
Ponchadora		\$20
Pinza		\$8
Brocas		\$5
Puntas		\$5
Corta frío		12
<b>Subtotal de herramientas compradas</b>		<b>\$50</b>
Mano de Obra		\$250
<b>Subtotal de mano de obra de instalación</b>		<b>\$250</b>
	<b>Total, de Costo</b>	<b>\$1216</b>

### **CAPÍTULO III**

### 3.1 Análisis

#### 3.1.1 Verificación

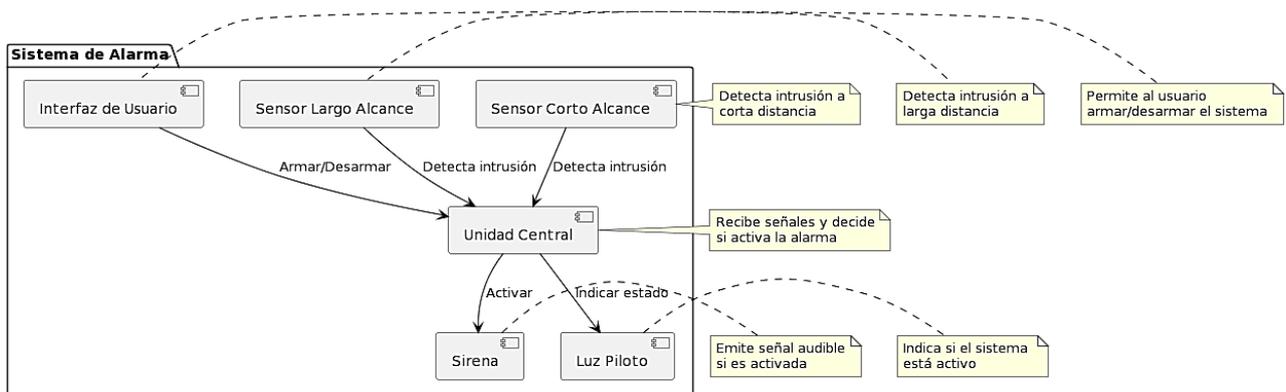
En esta etapa, se llevan a cabo pruebas con el fin de verificar que todos los componentes estén configurados y funcionando de manera correcta. El funcionamiento del sistema se ajusta conforme a lo que se ilustra en la **Figura 49**.

Luego se elabora una matriz de verificación que sirve como herramienta importante en el proceso de desarrollo de sistema para rastrear y asegurar que cada requisito definido se cumpla adecuadamente. Mediante columnas como ID, Descripción del Requisito, Método de Verificación, Estado de Verificación y Observaciones, esta matriz proporciona una visión clara del progreso y estado de la verificación de los requisitos como se ilustra en la

. Además, la matriz se usa como un instrumento para el análisis sistemático, permitiendo identificar alguna inconsistencia o requisitos no verificado que requiera atención.

**Figura 49**

*Requerimientos mínimos de funcionamiento*



La matriz de la **Tabla 23** facilita el análisis funcional del sistema, de acuerdo con lo propuesto en este proyecto

Tabla 23

Matriz de verificación.

ID	Descripción del Requisito	Método de Verificación	Estado de Verificación	Observaciones
*RV-01	El sistema debe detectar una intrusión en menos de 5 segundos.	Pruebas de Funcionalidad	Verificado	
RV-02	El sistema debe tener una autonomía de al menos 30 minutos sin energía eléctrica.	Prueba de Rendimiento	Verificado	Sistema tiene más respaldo según catalogo 3h de respaldo sin embargo no fue necesario realizar la prueba al 100% por conservación de batería.
RV-03	El sistema de alarmas debe ser modular.	Pruebas de Funcionalidad	Verificado	Realizado medición de voltajes de puertos adicionales.
RV-04	Sensores de corto alcance debe detectar intrusión.	Pruebas de Funcionalidad	Verificado	
RV-05	Sensores de largo alcance debe detectar intrusión.	Pruebas de Funcionalidad	Verificado	
RV-06	Control de alarma debe armarse y desarmarse desde panel de control.	Pruebas de Funcionalidad	Verificado	
RV-07	Sirena deberá emitir señal audible	Pruebas de Funcionalidad	Verificado	
RV-08	Luz piloto deberá indicar si el sistema está activo	Pruebas de Funcionalidad	Verificado	
RV-09	Control de alarma deberá conectarse al Internet.	Pruebas de Funcionalidad	Verificado	
RV-10	Cámara #1 debe conectarse al Internet.	Pruebas de Funcionalidad	Verificado	
RV-11	Cámara #2 debe conectarse al Internet.	Pruebas de Funcionalidad	Verificado	
RV-12	Barrido de cámara #1	Pruebas de Funcionalidad	Verificado	Se cambio la posición de la cámara con respecto a lo planificado inicialmente, por facilidad de montaje
RV-13	Barrido de cámara #2	Pruebas de Funcionalidad	Verificado	

Nota. \*RV-xx: Requerimiento de Verificación

### 3.1.2 Constancia de Etapa de Implementación

#### Cámara 1

Entrada y patio 1 hace el barrido en el estacionamiento de mecánica.

**Figura 50**

*Paneo estacionamiento mecánica.*



**Figura 51**

*Barrido de la entrada del laboratorio.*



**Figura 52**

*Barrido de las aulas del laboratorio.*



## Cámara 2

Este dispositivo realiza el barrido de perímetros del muro y tejado.

**Figura 53**

*Barrido de muro de la entrada.*



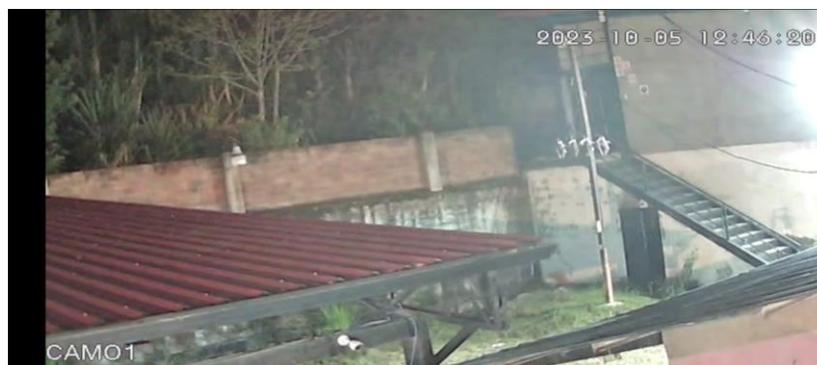
**Figura 54**

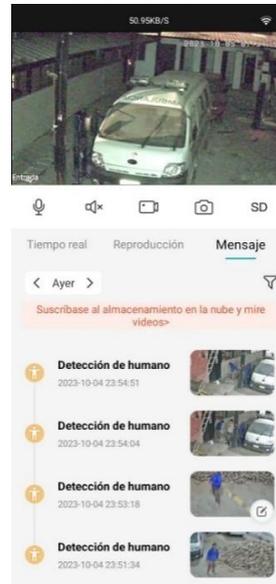
*Barrido de muro de los baños.*



**Figura 55**

*Barrido del muro del laboratorio de electricidad.*



**Figura 56***Barrido de los tejados.***Figura 57***Prueba de detección y funcionamiento*

### Sensores

1. Prueba de funcionamiento de los sensores, cuando esta desactivada prende todos los leds del sensor. El sensor cuando se activa prende el led rojo de alarma.

**Figura 58***Pruebas de funcionamiento de sensor*

2. Al activarse enciende en el teclado el botón dependiendo la zona donde hubo la activación de la Alarma.

**Figura 59**

*Pruebas de respaldo de energía.*



3. Prueba de intruso que pasa por el sistema de seguridad y se activa.

**Figura 60**

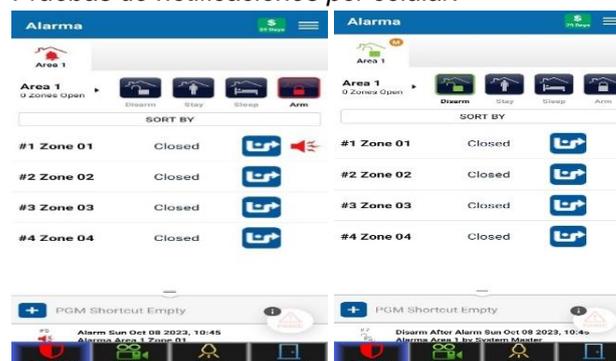
*Pruebas de intrusión y armado del sistema*



4. Se realiza pruebas del sistema de alarma utilizando la aplicación del móvil. Una vez configurada la notificación en el celular, se procede a realizar pruebas para activar y desactivar la alarma a través de dicha aplicación.

**Figura 61**

*Pruebas de notificaciones por celular.*



### 3.1.3 Análisis de Resultados de la Implementación del Sistema

**Tabla 24**

*Análisis de la implementación.*

<b>Resultados de la verificación</b>
<p>Conexión a Internet de las cámaras:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cámara 1: Establece conexión a Internet sin interrupciones y mantiene una velocidad de transmisión constante.</li> <li>• Cámara 2: A pesar de la distancia no se observó interrupciones en la transmisión de imágenes, su conexión a Internet es estable.</li> </ul>
<p>Configuración y conexión del sistema PARADOX SP4000 al internet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento de conexión: Exitoso.</li> <li>• Transmisión de datos a la aplicación de celular: Sin problemas, los datos se actualizan en tiempo real y no hay retrasos apreciables.</li> </ul>
<p>Medición de voltajes del módulo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje promedio medido: 12 V. El rango aceptable es de <math>12\text{ V} \pm 0.7\text{ V}</math>.</li> <li>• En el caso de requerir un ajuste en el potencial el sistema tiene un rango de funcionamiento de 6 V y máximo 24 V.</li> </ul>
<b>Análisis</b>
<p>Conexión a Internet de las cámaras:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La Cámara 1 no solo proporciona una excelente calidad de imagen, sino que su conexión a Internet es buena, lo que garantiza una transmisión en vivo sin contratiempos.</li> <li>• La Cámara 2, pese a la distancia no sufre interrupciones en la transmisión de imágenes, mantiene una conexión a Internet estable.</li> </ul>
<p>Configuración y conexión del sistema PARADOX SP4000 al internet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La conexión exitosa del sistema PARADOX SP4000 al Internet indica una correcta configuración y una excelente adaptabilidad con la infraestructura de red existente. Esto es importante para garantizar que, en caso de una emergencia, la información sea enviada sin demoras a la aplicación móvil.</li> <li>• La transmisión de datos en tiempo real a la aplicación de celular es importante para la respuesta inmediata ante cualquier alerta. Que los datos se actualicen rápidamente es un indicador de una implementación exitosa y una interacción adecuada entre el hardware, el software y la red.</li> </ul>
<p>Sensores de movimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El sensor de corto alcance demuestra alta fiabilidad, siendo importante para zonas donde la detección precisa y cercana es necesaria.</li> </ul>

- El sensor de largo alcance presenta cierta preocupación debido a los falsos positivos. Esta situación podría causar alarmas innecesarias o, en un escenario real, hacer que el personal del laboratorio piense que hay una intrusión cuando no la hay. Fue importante revisar las condiciones en las que se presentaron estos falsos positivos y se realizó más pruebas para ajustar la sensibilidad del sensor. Para dar solución a esta inconsistencia el ajuste fue realizado bajo las siguientes condiciones: el sistema para activarse necesita cumplir dos condiciones. Al efectuarse la primera detección empieza un retardo el cual espera a que el objeto detectado supere los 80cm. Si estas dos condiciones se cumplen el sistema de alarma se activará caso contrario el sistema permanece en modo de espera. Por ejemplo, este ajuste podría evitar que se active el sistema al detectar a un gato que pasaría por el muro sin ningún problema y sin activar el sistema evitando un falso positivo.

Medición de voltajes del módulo:

- El voltaje medido está dentro del rango aceptable, lo que indica que el módulo recibe la alimentación adecuada y su funcionamiento debería ser estable. Es recomendable realizar mediciones periódicas para garantizar que no haya variaciones significativas que puedan afectar el rendimiento del sistema.

#### **Discusión de los resultados**

La implementación del sistema de alarma, con componentes adquiridos de fabricantes comerciales, ha demostrado ser en gran medida exitosa. La conexión a Internet de los dispositivos es estable, garantizando una vigilancia y monitoreo efectivos. Sin embargo, es importante tratar de conservar la programación realizada ya que, si se ingresa los códigos de configuración erróneos en cualquier etapa al momento de la programación, el usuario debe volver a programar desde cero, incluso cabe tener en cuenta que, si al ingresar los códigos de configuración correctos no tiene un funcionamiento correcto, es necesaria reiniciar el sistema a modo fábrica. En general, la adaptabilidad y correcta configuración del sistema PARADOX SP4000, junto con las cámaras, proporcionan una solución robusta para mejorar la seguridad del laboratorio. Es recomendable realizar pruebas periódicas para asegurar la continuidad y eficacia del sistema.

## CAPÍTULO IV

## 4.1 Conclusiones

- Se diseñó un sistema de detección de intrusiones que emplea sensores y cámaras. El uso del Kit de Alarma Paradox SP4000 y las cámaras ABQ demostró ser una elección adecuada para satisfacer las necesidades de seguridad del laboratorio.
- Se llevaron a cabo evaluaciones detalladas de las necesidades de seguridad en el laboratorio de electricidad. Esto permitió determinar la ubicación adecuada de los componentes del sistema de seguridad, asegurando una cobertura completa y una detección eficaz de cualquier intento de acceso no autorizado. Las pruebas realizadas al sistema de alarma confirmaron su correcto funcionamiento.
- El análisis post-implantación demostró que el sistema de alarma cumple con las expectativas, registrando incidencias con precisión y proporcionando alertas en tiempo real ante cualquier anomalía. Las características de los equipos seleccionados, así como la correcta ubicación y configuración, han contribuido significativamente al éxito del sistema.
- Identificar adecuadamente los requerimientos del sistema fue un paso clave que proporcionó la información necesaria para la implementación exitosa del sistema. Sin embargo, es importante reconocer que la naturaleza de los requerimientos puede estar influenciada por las condiciones específicas del área o zona a ser protegida. Este aspecto es importante, ya que en algunos lugares podrían existir limitaciones para colocar las cámaras, lo cual, a su vez, podría introducir una complejidad innecesaria a la instalación de los elementos. Es decir, no siempre coincidirá la instalación a lo planificado.
- Este proyecto ha representado una mejora significativa en la seguridad del laboratorio de electricidad del ISTMS, aportando además al corpus académico en lo que respecta al diseño e implementación de sistemas de alarma para entornos educativos. Esto se ha logrado mediante la aplicación de la metodología señalada en

este trabajo y el uso de software CAD, proporcionando así una guía práctica para futuras investigaciones y proyectos similares en otras instituciones.

#### 4.2 Recomendaciones

- Se sugiere supervisar constantemente el sistema de seguridad para realizar actualizaciones oportunas y correcciones en caso de detectar fallos.
- Es importante llevar a cabo mantenimientos periódicos al sistema. Si el teclado muestra algún tipo de fallo, ya sea por falta de batería o problemas de comunicación.
- Si se desea ampliar la capacidad de monitoreo, el sistema ofrece la posibilidad de expandirse hasta un total de 18 zonas de trabajo.
- El sistema de seguridad está equipado con un respaldo de batería. Es importante asegurarse de que esta batería esté siempre conectada. De este modo, en caso de interrupciones en el suministro eléctrico, el panel continuará funcionando gracias al soporte de esta batería. Se recomienda verificar regularmente el estado de esta batería para asegurar su correcto funcionamiento en todo momento.
- Es importante contar con capacitación o conocimientos básicos sobre el funcionamiento del sistema de seguridad. Una manipulación inadecuada o desconocimiento sobre su operación podría ocasionar daños en el sistema de control o una desconfiguración del mismo.
- Para proyectos futuros similares al presente trabajo, se sugiere seleccionar una ubicación estratégica para el panel principal de control. Esto dificultará el acceso al panel, lo que ayudará a prevenir manipulaciones por parte de personas no autorizadas, incluidos estudiantes y personal sin la capacidad necesaria. Además, esta medida contribuirá a evitar la desactivación del panel por posibles intrusos.
- Para la conexión a Internet del sistema, sería importante considerar la posibilidad de establecer una subred independiente para el acceso. Esto dificultaría cualquier intento de manipulación de las cámaras a través de ataques informáticos.

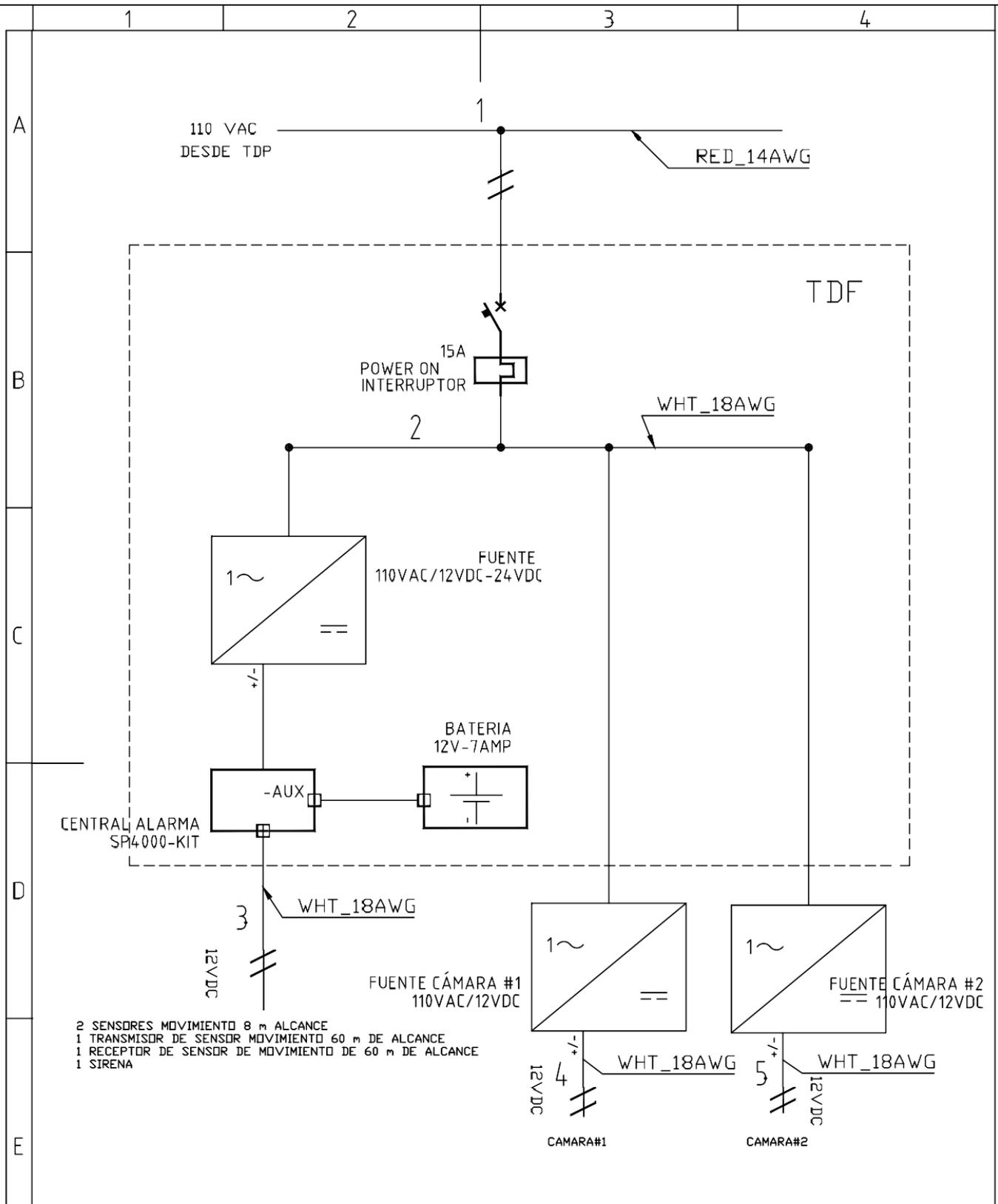
## Referencias

- Centelsa. (2023). *Guía para el diseño de instalaciones eléctricas*.  
<https://centelsa.com/boletines/ecuador/boletin-guia-para-el-diseno-de-instalaciones-electricas.pdf>
- Eaton. (2023, julio 15). *How to select a power supply*. Eaton. <https://www.eaton.com/us/en-us/products/controls-drives-automation-sensors/industrial-control-center/atic/industrial-control---how-to/how-to-select-a-power-supply.html>
- Esqueda, J., y Palafox, L. (2005). *Fundamentos de Procesamiento de Imágenes*. Departamento de Editorial Universitaria.  
<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35915704/FundamentosDeProcesamientoDeImagenes-libre.pdf>
- Faradayos. (2023, mayo 15). *Características de los cables eléctricos: Partes, calibre y ampacidad*. Faradayos. <https://www.faradayos.info/2013/12/caracteristicas-cables-conductores.html>
- Fennelly, L. J., y Perry, M. A. (2014). *The handbook for school safety and security: Best practices and procedures*. Elsevier.
- Fluke. (2021). *¿Qué es la corriente?* Fluke. <https://www.fluke.com/es-es/informacion/blog/electrica/que-es-la-corriente>
- Friedenthal, S., Moore, A., & Steiner, R. (2015). Chapter 1—Systems Engineering Overview. En S. Friedenthal, A. Moore, & R. Steiner (Eds.), *A Practical Guide to SysML (Third Edition)* (pp. 3–14). Morgan Kaufmann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800202-5.00001-1>
- IEC 62676-1. (2014). *IEC 62676-1-1:2014—Video surveillance systems for use in security applications—Part 1-1: System requirements—General* (International Standard 1). IEC. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/clc/38c28d63-695d-4374-a584-7685b4b2e000/en-62676-1-1-2014>
- IEC 62676-4. (2015). *IEC 62676-4:2014 Video surveillance systems for use in security applications—Part 4: Application guidelines* (International Standard 4; Versión 1). IEC. <https://webstore.iec.ch/publication/7353>
- INEC. (2022). *Estadísticas de Seguridad Integral—Delitos de mayor connotación psicosocial* (p. 26). INEC. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/justicia-y-crimen/>
- INEN. (2001). *Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 19:2001* (Versión 1).

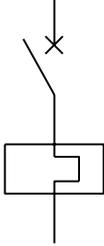
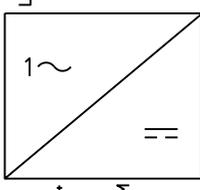
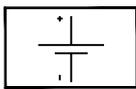
- Khairallah, M. (2005). *Physical Security Systems Handbook: The Design and Implementation of Electronic Security Systems* (1a ed.). Butterworth-Heinemann.  
<https://www.elsevier.com/>
- Lucichart. (2023, enero 5). *Tutorial de diagrama de máquina de estados*. Lucidchart.  
<https://www.lucidchart.com/pages/es/diagrama-de-maquina-de-estados>
- Mapfre. (2017, noviembre 15). *¿Qué tipos de alarmas hay?* Mapfre.  
<https://www.mapfre.es/particulares/seguros-de-hogar/articulos/que-tipos-de-alarmas-hay/>
- NEC-SB-IE. (2018). *NEC Norma Ecuatoriana de la Construcción: Instalaciones Eléctricas. Código NEC-SB-IE*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).
- Netzsch. (2022). *Resistividad Eléctrica*. NETZSCH - Analyzing and Testing. Leading in Thermal Analysis, Rheology and Fire Testing. <https://analyzing-testing.netzsch.com/es/training-know-how/glosario/resistividad-electrica>
- NFPA 70. (2011). *NFPA 70 Nacional Electrical Code (NEC)*. NFPA Standard. [www.nfpa.org/](http://www.nfpa.org/)
- NFPA 70. (2020). *NFPA 70 Nacional Electrical Code (NEC)*. [www.nfpa.org/](http://www.nfpa.org/)
- OIT. (2021). *Evaluación del entorno para el desarrollo de empresas sostenibles en Ecuador 2020-2021*. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms\\_823707.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_823707.pdf)
- Olmo, M., y
- Nave, R. (2020). *Potencia*. Hyperphysics. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/pow.html>
- Oxford University Press. (2023, junio 22). *Security noun—Definition, pictures, pronunciation and usage notes*. Oxford Learner's Dictionaries.  
<https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/us/definition/english/security?q=security>
- Recfaces. (2021, marzo 12). *Los sistemas de seguridad—Tipos, descripción*. Recfaces.  
<https://recfaces.com/es/articles/que-es-sistemas-de-seguridad>
- Revista Seguridad 360. (2021, diciembre 16). *Resolución de cámaras de seguridad*. Revista Seguridad 360. <https://revistaseguridad360.com/destacados/resolucion-de-camara/>
- Revista Seguridad 360. (2023, abril 27). *Sistemas de seguridad con sensores de movimiento: La solución definitiva para la protección del hogar y la empresa*. Revista Seguridad 360. <https://revistaseguridad360.com/noticias/sensores-de-movimiento/>

- Rodríguez, J., & Aguirre, C. (2022). *Instalaciones eléctricas: Proyectos residenciales e industriales* (Segunda edición). Editorial Trillas.
- Safeopedia. (2023, julio 11). *What is Ampacity? - Definition*. Softpedia.  
<http://www.safeopedia.com/definition/7638/ampacity>
- Segui, P. (2019, marzo 27). *Cámaras de seguridad: Tipos, consejos y cuál comprar para casa*. Ovacen. <https://ovacen.com/camaras-de-seguridad/>
- Sillitto, H., Martin, J., McKinney, D., Griego, R., Dori, D., Krob, D., Godfrey, P., Arnold, E., & Jackson, S. (2019). Systems Engineering and System Definitions. *INCOSE*, 16.
- Verizon. (2023, febrero 21). *What is Bandwidth—Definition, Meaning & Explanation*. Verizon.  
<https://www.verizon.com/articles/internet-essentials/bandwidth-definition/>
- Vincent. (2021, septiembre 24). How to Choose Ethernet Cable for Security Cameras ? | FS Community. *Knowledge*. <https://community.fs.com:7003/blog/how-to-choose-ethernet-cable-for-security-cameras.html>
- Wysokińska, A. (2020). The Concept of Safety and Security Education in the Context of Sustainability. *Sustainability*, 12(12), 5022. <https://doi.org/10.3390/su12125022>

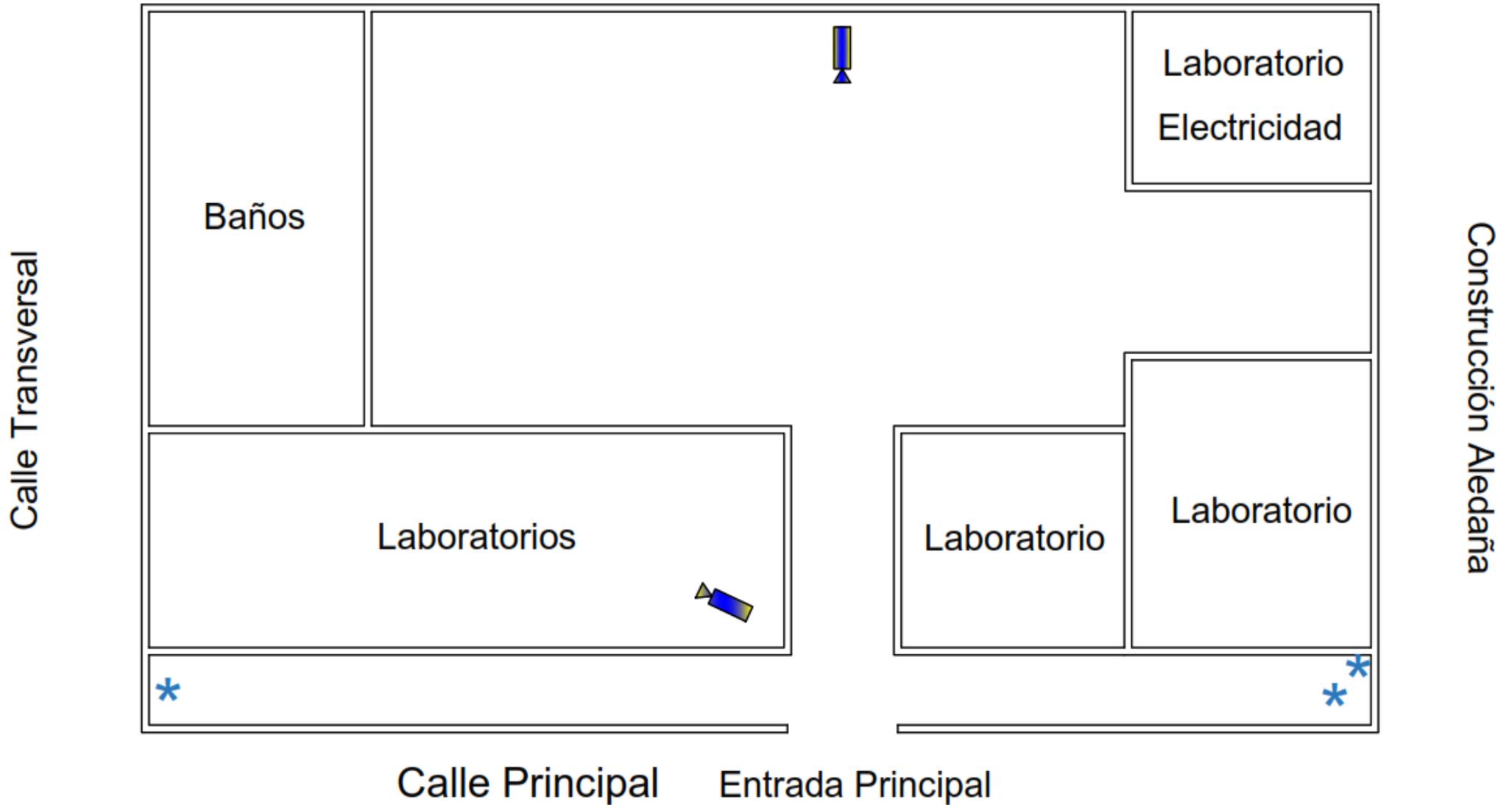
**ANEXOS**



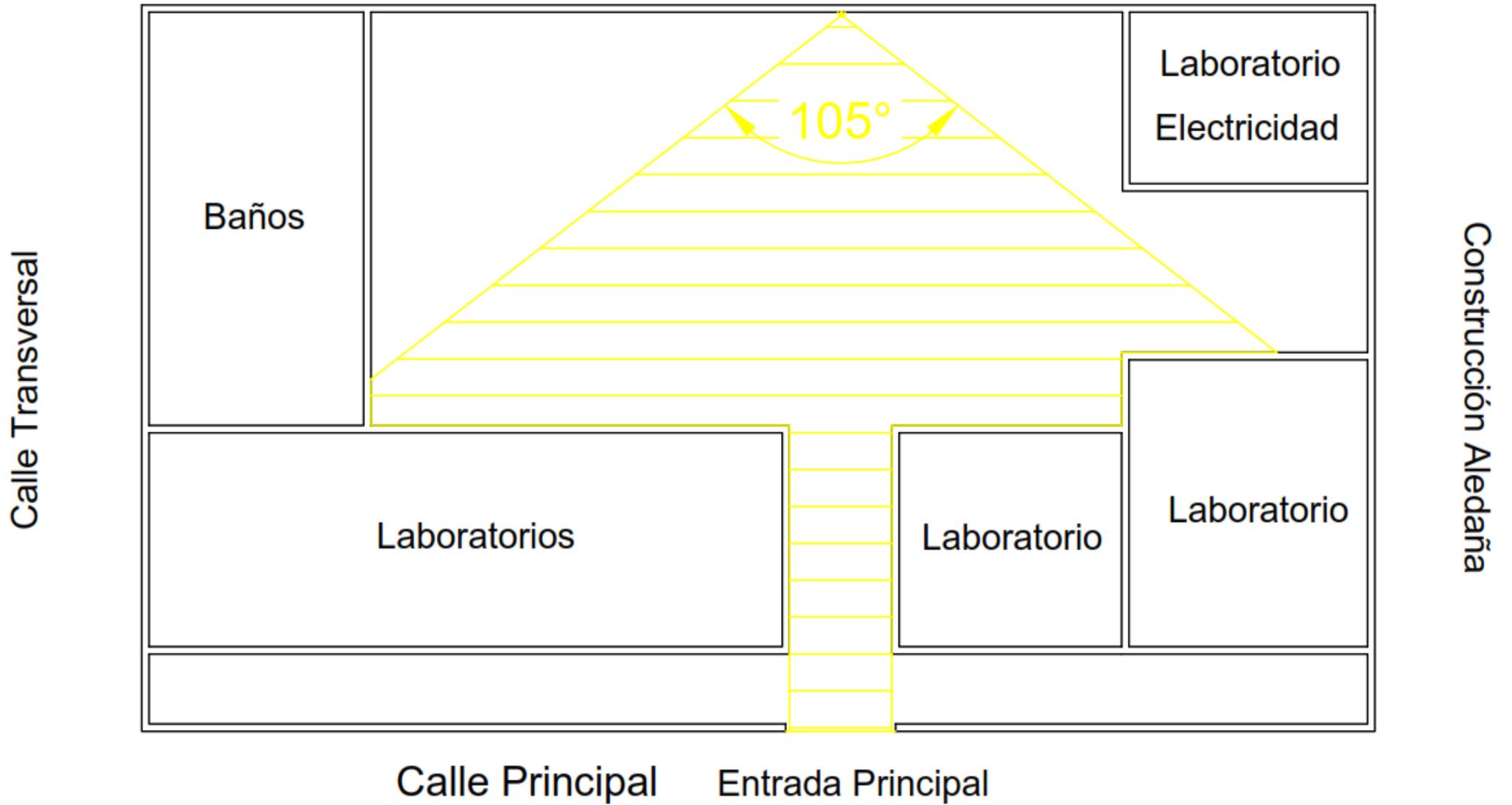
ISTMS	TECNOLOGIA EN ELECTRICIDAD	Norma: IEC606117	SCALE 1:1		
			DISEÑO Y PROYECCION		
	DATE	NAME	DIAGRAMA UNIFILAR DE ALIMENTACION		
	Edit 23/09/26	ABAD-MARTINEZ			
	Chec. 23/09/28	ING R. RAMOS			
	Ubic: CARIAMANGA - ECUADOR	Nota: TDF: Tablero de Distribución Fuente	SHEETS 01		
No:	Revision	Date	By	ING R. RAMOS	FILENAME B1_Unifilar.dwg

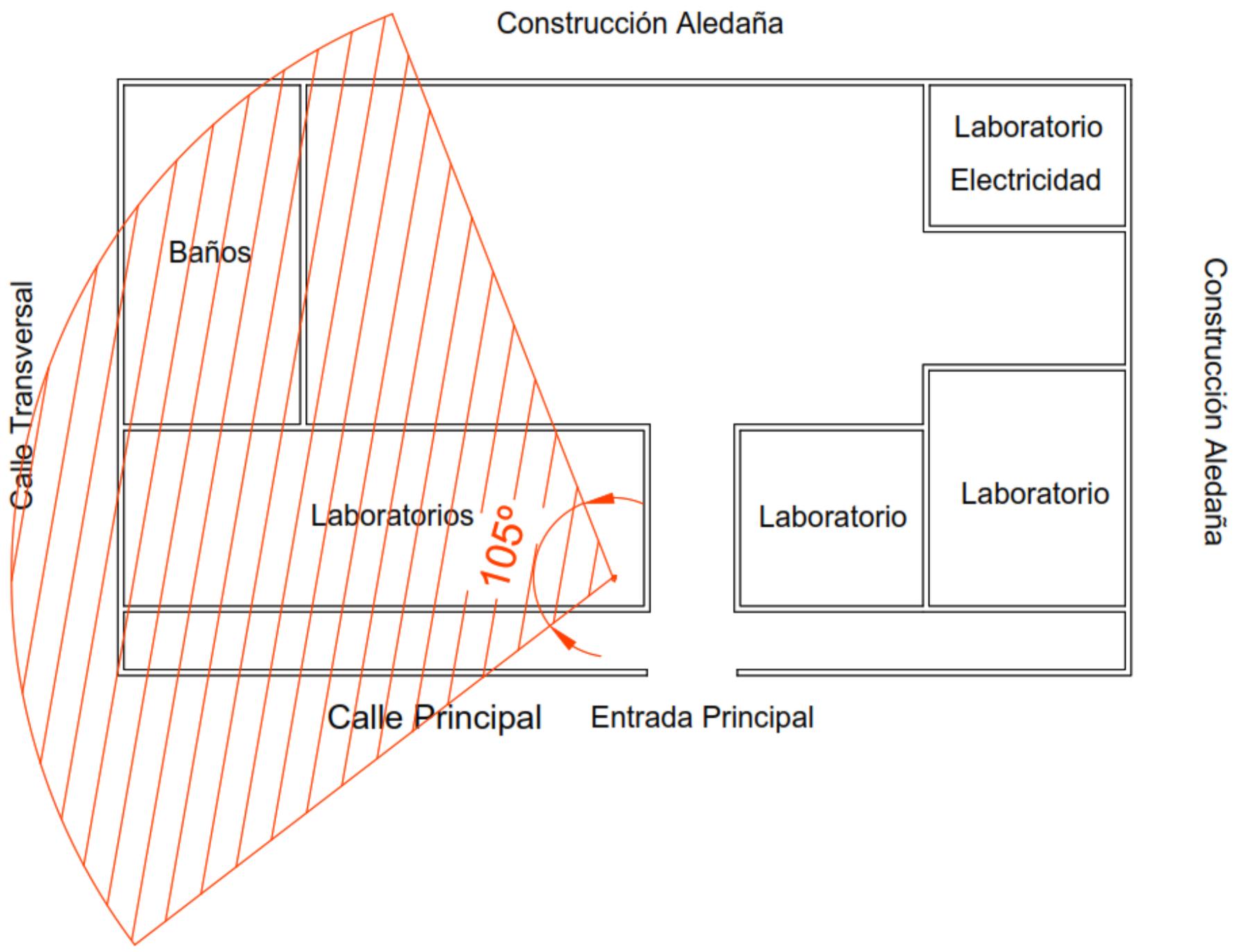
	1	2	3	4
A				
B			2 CONDUCTORES	
C			INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	
D			FUENTE AC/DC DE ALIMENTACION	
E			TARJETA DE CONTROL SP-4000	
F			BATERIA	
	ISTMS		TECNOLOGIA EN ELECTRICIDAD	Norma: IEC606117
			SCALE 1:100	DISEÑO Y PROYECCION
			DATE	NAME
			Edit 23/09/26	ABAD-MARTINEZ
			Chec. 23/09/28	ING R. RAMOS
				SIMBOLOGIA
			Ubic: CARIAMANGA - ECUADOR	Nota: TDF: Tablero de Distribución Fuente
				SHEETS 02
	No:	Revision	Date	By
				ING R. RAMOS
				FILENAME B1_Simbologia.dwg

# Construcción Aledaña

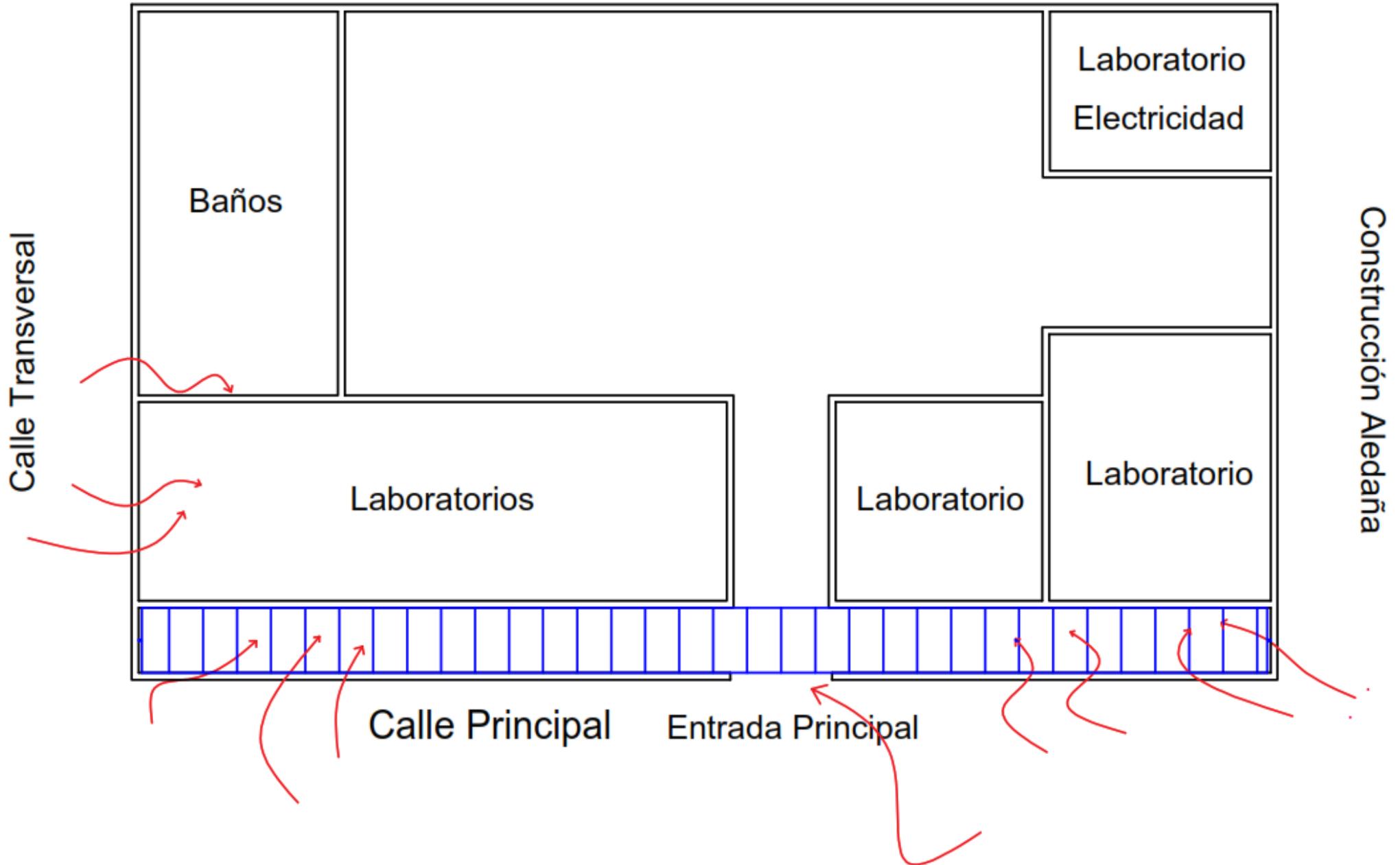


# Construcción Aledaña





# Construcción Aledaña



# Construcción Aledaña

