FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

Monografía para optar al Título de:

Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones

Tema:

Diseño de un prototipo de cámara de seguridad para exteriores con mejoras estructurales y electrónicas para aumentar su rendimiento y durabilidad

Autores:

Br. Isac Antonio Hernández Alguera

Br. Isaac Eliezer Moreno Herrera

Br. Fernando Omar Soza Soza

Tutor:

PhD. Ainoa Calero Castro

Managua, Nicaragua Julio 2025

Dedicatoria

La presente tesis monográfica se la dedico primeramente a Dios, por darme las fuerzas para seguir adelante tras cada adversidad y por permitirme culminar mi fase estudiantil

A mi madre, **PhD. Karla Alguera Oviedo,** por ser de un gran apoyo tanto en lo académico como en lo emocional, este trabajo y varias de las cosas que he hecho no hubieran funcionado sin tus consejos. Te amo mamá.

A mi tío, **Ing. Rigoberto Alguera Oviedo,** por apoyarme en todo momento en el desarrollo de esta investigación y por darme la oportunidad de trabajar en lo que más me gusta.

A mi mamita, **Dra. Eneyda Oviedo Plazaola,** por apoyarme en todo momento desde que era pequeño pasando por toda mi fase estudiantil.

A mi padre **Marlon Hernández Benavides**, a mi hermano **Luis Hernández Alguera**, a mi tía **Xochilth Alguera Oviedo**, a mi tía **Suhey Suarez Chow** por brindarme su apoyo incondicional en todo momento.

A mis amigos y compañeros de tesis, **Isaac Moreno Herrera** y **Fernando Soza Soza** por su apoyo en la realización de este proyecto y en todas las situaciones que hemos enfrentado juntos.

A **twenty one pilots** y a **NewJeans** por acompañarme musicalmente hablando en todas mis tardes y noches de arduo estudio.

Y, por último, pero no menos importante a mi novia **Emily Gómez Rayo**, mi Bunchis, por siempre haber estado conmigo en todo lo que pasé, por acompañarme en mis tiempos difíciles y por estar en mis mejores momentos. Todo lo que he hecho no lo hubiera podido hacer sin tu ayuda. Te amo muchísimo pero muchísimo.

Br. Isac Antonio Hernández Alguera

Dedicatoria

La presente tesis la dedico principalmente a **Dios** por darme sabiduría y perseverancia, por cada una de las bendiciones que me regalaste y por la oportunidad de completar con éxito esta meta.

A mis padres, **Mario Moreno Aguilar** y **Leticia Del Carmen Herrera** por ser uno de mis principales pilares y ejemplo a seguir. Por su amor, trabajo y sacrificio todos estos años y por cada una de sus enseñanzas y valores.

A mi hermano, **Ivan Moreno herrera**, que a pesar de la distancia nunca dejo de apoyarme y ser parte clave para el cumplimiento de este logro.

A mis amigos y compañeros de tesis, **Isac Hernández Alguera** y **Fernando Soza Soza** por su apoyo en la realización de este proyecto, por todas las experiencias y buenos momentos que compartimos. Les deseo todo lo mejor como profesionales y que tengan en cuenta que siempre pueden contar conmigo.

A mi tutora, **PhD. Ainoa Calero Castro**, por siempre confiar en nuestras capacidades, por compartirnos parte de su conocimiento y por guiarnos en la finalización de este objetivo.

Finalmente quiero dedicar mi tesis, a todas y cada una de esas personas que estuvieron presentes para mi durante todo este proceso y que me ayudaron de manera directa o indirecta ya que, sin todos ellos, esto no hubiese sido posible.

Br. Isaac Eliezer Moreno Herrera

Dedicatoria

La presente tesis la dedico principalmente a **Dios**, por ser fuente de sabiduría y fortaleza, por haberme guiado en cada paso de este camino. Por darme la luz en momentos de oscuridad, la calma en medio de la incertidumbre y por darme fuerza en momentos que solo sentía debilidad.

A mis padres, **Omar Antonio Soza Martínez** y **Reyneris Soza Flores** por su amor incondicional, su constante apoyo y por todos los valores que me inculcaron. Por ser un ejemplo claro de las palabras amor, trabajo, honradez, responsabilidad y humildad.

A mi hermano, **Omar Napoleón Soza Soza**, que a pesar de la distancia nunca dejo de apoyarme. Por darme el ejemplo de que a pesar de las circunstancias siempre hay que buscar la forma de salir adelante y nunca rendirse.

A mis amigos y compañeros de tesis, **Isac Hernández Alguera** y **Isaac Eliezer Moreno** por su apoyo y compañía en este proyecto, por todos los buenos momentos que compartimos y por hacer más ligero los momentos difíciles. Les deseo todo lo mejor en su futuro como profesionales y que Dios los guie por el camino del éxito.

A mi tutora, **PhD. Ainoa Calero Castro**, por guiarnos en este largo camino y ayudarnos a llegar a la meta. Por su dedicación como docente y por compartir sus conocimientos.

Finalmente quiero dedicar mi tesis, a mis amigos, que con sus palabras de aliento y motivación se convirtieron en un pilar fundamental para ayudarme a alcanzar mi meta.

Br. Fernando Omar Soza Soza

Agradecimientos

Agradecemos a Dios, por guiarnos a través de todo este camino de enseñanza e investigación, por darnos familiares y personas que nos apoyaron en todo momento, quienes confiaron en nosotros y ayudaron en lo que más se podía.

También a nuestra tutora, **PhD. Ainoa Calero Castro,** por su dedicación y paciencia, sin sus consejos no hubiéramos podido finalizar con éxito nuestra tesis monográfica.

Gracias a nuestros amigos y compañeros de carrera por todo su apoyo y su retroalimentación.

A nuestros docentes que a lo largo de 5 años nos brindaron contenido de estudio de calidad y nos apoyaron en las dudas que surgían con el tiempo.

Al **Ing. Rigoberto Alguera Oviedo**, por su apoyo en el proceso de investigación y desarrollo de nuestro prototipo.

A **INSEPRO S.A**, por brindarnos las herramientas necesarias para la creación del prototipo y por servir de apoyo en la investigación del mismo.

A la **PhD. Karla Alguera Oviedo**, por brindarnos su apoyo en la parte metodológica y estructural de nuestro documento.

Gracias a nuestra Alma Mater. **Universidad Iberoamericana de Ciencia y Tecnología**, que nos ha permitido obtener nuestro título universitario. Agradecemos a las autoridades universitarias, en especial a **Msc. María Mercedes Orozco,** por su gestión y apoyo en cada duda que podíamos llegar a tener.

Resumen

La seguridad en exteriores se ve comprometida por las limitaciones de las cámaras de videovigilancia convencionales, que sufren de degradación de materiales, fallos electrónicos, baja calidad de imagen por exposición climática y vulnerabilidad al vandalismo, además de deficiencias tecnológicas como conectividad inestable y falta de funciones avanzadas. Para abordar estos desafíos, una investigación se propuso desarrollar un prototipo de cámara de seguridad exterior mejorado en estructura y electrónica, utilizando una metodología mixta que incluyó encuestas, entrevistas con expertos, investigación documental y talleres de evaluación. Los resultados de la investigación identificaron vulnerabilidades clave y guiaron el diseño de un prototipo con una **carcasa robusta de fibra de carbono** y **componentes electrónicos avanzados** como la Raspberry Pi Zero 2 W y el módulo de cámara Raspberry Pi Noir, implementando exitosamente detección de movimiento y monitoreo remoto. La evaluación de expertos validó el **alto potencial del prototipo** en términos de potencia de procesamiento, calidad de imagen y durabilidad, confirmando que el prototipo funcional desarrollado supera las limitaciones de las cámaras convencionales y sienta las bases para futuras innovaciones.

Abstract

Outdoor security is compromised by the limitations of conventional video surveillance cameras, which suffer from material degradation, electronic failures, poor image quality due to weather exposure, and vulnerability to vandalism, in addition to technological deficiencies like unstable connectivity and lack of advanced features. To address these challenges, a research project aimed to develop an improved outdoor security camera prototype with enhanced structure and electronics, employing a mixed methodology that included surveys, expert interviews, documentary research, and evaluation workshops. The research results identified key vulnerabilities and guided the design of a prototype featuring a robust carbon fiber casing and advanced electronic components such as the Raspberry Pi Zero 2 W and the Raspberry Pi Noir camera module, successfully implementing motion detection and remote monitoring. Expert evaluation validated the prototype's high potential in terms of processing power, image quality, and durability, confirming that the functional prototype developed overcomes the limitations of conventional cameras and lays the groundwork for future innovations.

Índice de Contenidos

Capitulo I 1

1. Introducción 1

2. Justificación 2

3. Planteamiento del Problema 3

4. Objetivos 4

4.1. Objetivo General 4

4.2. Objetivos Específicos 4

Capitulo II 5

5. Marco Referencial 5

5.1. Antecedentes 5

5.2. Sustento Teórico 6

5.2.1. CCTV 6

5.2.2. Cámaras de Seguridad con Cable. 7

5.2.3. Cámaras de Seguridad Inalámbricas. 7

5.2.4. Cámaras de Seguridad IP. 7

5.2.5. Cámaras de Seguridad de visión nocturna. 8

5.2.6. Cable Ethernet. 8

5.2.7. Fibra de Carbono. 9

5.2.8. Sensores de Imagen 9

5.2.9. Procesadores Digitales de Señales (DSP) 10

5.2.10. Sensores Infrarrojos 10

5.2.11. Protocolos de comunicación....11
5.2.12. Protocolo TCP/IP....11
5.2.13. Almacenamiento en la nube....12
5.2.14. Transmisión de datos....12
5.2.15. Tecnologías de la Información y la Comunicación....12
5.2.16. ESP32....13
5.2.17. Raspberry Pi Zero 2 W....14
5.2.18. ARM Cortex-A53....14
5.2.19. Raspberry Pi Noir....15
5.2.20. Puerto CSI....15
5.2.21. Cable plano flexible (FFC)....16
5.2.22. Sensor PIR....16
5.2.23. LEDs IR....17
5.2.24. MOSFET....17
5.2.25. Conductividad eléctrica....17
5.2.26. Atenuación de señales....17
Capitulo III....18
6. Diseño Metodológico....18
6.1. Enfoque de Investigación....18
6.2. Variables / Categorías de Estudio....19
6.3. Población....25
6.4. Muestra....25

6.5. Sujetos de Investigación 26
6.6. Técnicas e Instrumentos 26
6.6.1. Técnicas 26
6.6.2. Instrumentos 27
6.7. Procedimiento 29
6.7.1. Revisión Documental y Fundamentación Teórica: 29
6.7.2. Recopilación de Información Empírica (Encuestas, Entrevistas) 29
6.7.3. Análisis de Datos y Definición de Requerimientos 30
6.7.4. Diseño del Prototipo 30
Capitulo IV 31
7. Resultados 31
7.1. Resultados del objetivo específico 1. Analizar las vulnerabilidades estructurales y las limitaciones tecnológicas de las cámaras de seguridad para exteriores .31
7.1.1. Resultado de la encuesta 31
7.1.2. Resultado de entrevista para Especialista en Seguridad y Tecnología 34
7.1.3. Resultado de entrevista para Departamentos de IT de Empresas 36
7.2. Resultados del objetivo específico 2: Diseñar un prototipo de cámara de seguridad para exteriores que incorpore mejoras estructurales y electrónicas 37
7.2.1. Resultados de las Encuestas 38
7.2.2. Resultados de las Entrevistas 42
8. Análisis de Resultados 43

8.1. Análisis de resultado del objetivo 1: Analizar las vulnerabilidades estructurales y las limitaciones tecnológicas de las cámaras de seguridad para exteriores .43

8.1.1. Análisis de los Resultados de las Encuestas.....43

8.1.2. Análisis de los Resultados de las Entrevistas.....44

8.1.3. Integración de Resultados de Encuestas y Entrevistas.....44

8.2. Análisis del resultado objetivo 2: Diseñar un prototipo de cámara de seguridad para exteriores que incorpore mejoras estructurales y electrónicas.....45

8.2.1. Análisis de los Resultados de las Encuestas.....45

8.2.2. Análisis de los Resultados de las Entrevistas.....46

8.3. Desarrollo del prototipo de la cámara de seguridad para exteriores 46

8.3.1. Componentes de la cámara.....47

8.3.2. Material de la Carcasa 52

8.3.3. Diseño de Planos y Estructura de la Carcasa 53

8.3.4. Desarrollo del Software.....56

8.3.5. Presupuesto para el prototipo de cámara.....67

7.3. Resultados del objetivo específico 3: Evaluar el rendimiento del prototipo de cámara de seguridad mediante juicio de expertos. 69

8.4. Análisis de los resultados del objetivo específico 3: Evaluar el rendimiento del prototipo de cámara de seguridad mediante juicio de expertos.....78

Capitulo V 81

9. Conclusiones 81

10. Recomendaciones.....82

11. Referencias Bibliograficas 83

12. Anexos.....87

Índice de Figuras

Figura 1. *Conexiones de un Sistema CCTV*.....6

Figura 2. *Cámara IP*.....8

Figura 3. *Fibra de Carbono* 9

Figura 4. *Funcionamiento de un Sensor de Imagen CMOS*.....10

Figura 5. *Aplicación de Sensor Infrarrojo en Cámara de Seguridad.* 11

Figura 6 – *Chip ESP32*.....13

Figura 7. *Tarjeta computacional Raspberry PI Zero 2 W*.....14

Figura 8. *Unidad de Procesamiento ARM Cortex – A53* 15

Figura 9. *Estructura de un Sensor PIR* 16

Figura 10. *Principal tipo de daño en carcasas de cámaras de seguridad convencionales por exposición al clima y al sol.* 31

Figura 11. *Impacto de la acumulación de suciedad en las cámaras de seguridad para exteriores*.....32

Figura 12. *Factores estructurales que influyen en la vulnerabilidad de las cámaras de seguridad para exteriores ante robos o golpes intencionales*.....32

Figura 13. *Principal limitación reportada en la usabilidad del software de cámaras de seguridad para exteriores.* 33

Figura 14. *Factores que contribuyen al sobrecalentamiento de la tarjeta madre y componentes internos en cámaras de seguridad para exteriores.* 33

Figura 15. *"Problemas comunes asociados con las cámaras de seguridad IP."*.....34

Figura 16. *Grado de utilidad de la función de detección de movimiento en cámaras de seguridad para áreas clave* 38

Figura 17. *Importancia de implementar un sistema de notificaciones en tiempo real sobre actividad inusual en cámaras de seguridad.* 38

Figura 18. *Prioridad al seleccionar el ángulo de visión de las cámaras de seguridad para exteriores.* 39

Figura 19. *Nivel de importancia de la funcionalidad de visión nocturna en cámaras de seguridad para exteriores.* 39

Figura 20. *Valoración de la necesidad de conectividad de red estable y continua para el funcionamiento óptimo de las cámaras de seguridad para exteriores.* 40

Figura 21. *Prioridad otorgada al diseño estético de las cámaras de seguridad para exteriores.* 40

Figura 22. *Prioridad en la selección del material de fabricación de las carcasas de cámaras de seguridad para exteriores.* 41

Figura 23. *Percepción sobre la optimización de las características de las cámaras de seguridad para exteriores para necesidades de vigilancia.* 41

Figura 24. *Contribución de las características de las cámaras de seguridad a la reducción de robos o actos vandálicos.* 42

Figura 25. *Pines de un Microcontrolador AT8C51* 47

Figura 26. *Pines de un Microcontrolador ESP32* 48

Figura 27. *RASPBERRY PI ZERO 2 W* 49

Figura 28. *Cámara Raspberry PI NOIR* 49

Figura 29. *Sensor PIR* 50

Figura 31. *Circuito para el Prototipo de la Cámara* 51

Figura 32. *Dimensiones Raspberry Noir* 54

Figura 33. *Dimensiones Raspberry PI Zero 2 W* 54

Figura 34. *Dimensiones Sensor PIR* 55

Figura 35. *Dimensiones Prototipo de Cámara* 55

Figura 36. *Partes Internas del Prototipo de Cámara.* 56

Figura 37. *Parte Delantera y Trasera del Prototipo de Cámara* 56

Figura 38. *Flasheo Raspberry PI OS 32 Bits en MicroSD* 57

Figura 39. *Flasheo Completado* 58

Figura 40. *Error de Instalación de Librería OpenCV* 59

Figura 41. *Error de Instalación de Librerias.* 60

Figura 42. *Error de Instalación de Paquetes.* 61

Figura 43. *Interfaz MotioneyeOS* 62

Figura 44. *Flasheo MotioneyeOS* 62

Figura 45. *Arranque del Sistema Operativo con Éxito.* 63

Figura 46. *Flasheo Raspberry PI OS Legacy 64 Bits en MicroSD* 64

Figura 47. *Flasheo Completado Raspberry Pi OS Legacy* 65

Figura 48. *Interfaz del Terminal de Raspberry OS Legacy* 65

Figura 49. *Instalación de librerías Raspberry OS Legacy.* 66

Figura 49. *Visualización en tiempo real.* 67

Figura 50. *Calificación de Expertos Raspberry Pi Zero 2 W.* 70

Figura 51. *Calificación de Expertos Raspberry Pi Noir.* 71

Figura 52. *Potencial de Raspberry Pi Zero 2 W para Futura Integración de Funciones Avanzadas.* 71

Figura 53. *Calificación de Expertos Fibra de Carbono* 72

Figura 54. *Calificación de Expertos Adición de Ventana RF* 73

Figura 55. *Calificación de Expertos Adición de Ventana PIR* 73

Figura 56. *Calificación de Expertos Medidas Contra el Calentamiento Abordadas en el Diseño Conceptual.* 74

Figura 57. *Calificación de Expertos Implementación de Notificaciones por Manipulación.* 75

Figura 58. *Aceptación de Expertos para un Montaje Robusto.* 75

Figura 59. *Calificación de Expertos para el Potencial de Rendimiento de la Cámara.* 76

Figura 60. *Calificación de Expertos para el Potencial de Durabilidad de la Cámara*77

Índice de Tablas

Tabla 1. *Sistema Categorial. Matriz de Encuesta.* 19

Tabla 2. *Sistema Categorial. Matriz de Entrevista* 21

Tabla 3. *Sistema Categorial. Matriz de Encuesta del Taller.* 22

Tabla 4. *Plan de Tabulación* 24

Tabla 5 - *"Presupuesto del Prototipo Final."* 68

Tabla 6 - *"Presupuesto del Prototipo Demostrativo."* 69

Capitulo I

1. Introducción

En la actualidad, la seguridad en espacios exteriores se ha convertido en una prioridad fundamental para la sociedad. La creciente necesidad de proteger bienes y personas ha impulsado el desarrollo de la videovigilancia como una herramienta clave en la prevención de riesgos inminentes. En este contexto, las cámaras de seguridad para exteriores desempeñan un papel esencial, al proporcionar vigilancia constante ante posibles amenazas.

Sin embargo, a pesar de sus ventajas, las cámaras de seguridad convencionales a menudo presentan limitaciones significativas que afectan su rendimiento y durabilidad. Estas limitaciones se hacen especialmente evidentes en entornos exteriores, donde los dispositivos están expuestos a condiciones climáticas adversas, como lluvia, viento, altas temperaturas, humedad, y polvo, así como a posibles actos de vandalismo.

Ante estas limitaciones, la presente investigación tiene como fin, desarrollar un prototipo de cámara de seguridad para exteriores que integre mejoras estructurales y electrónicas con el fin de optimizar su funcionamiento en entornos adversos.

Para alcanzar este propósito, se plantea primero un análisis detallado de las vulnerabilidades y limitaciones actuales en los dispositivos de seguridad para exteriores. A partir de ello, se diseñará un prototipo innovador que incorpore mejoras tanto en su estructura física como en sus componentes electrónicos. Finalmente, se evaluará el desempeño y la durabilidad del prototipo mediante pruebas de simulación que permitirán validar su eficacia y fiabilidad en condiciones exigentes.

Con esta investigación, se espera contribuir al desarrollo de soluciones innovadoras en el campo de la videovigilancia, proporcionando un prototipo de cámara de seguridad para exteriores que supere las limitaciones de las cámaras convencionales. Así como, ofrecer un mayor nivel de seguridad y confiabilidad, que sentará las bases para el desarrollo de futuras generaciones de cámaras de seguridad más eficientes y seguras.

2. Justificación

Vivimos en un mundo donde garantizar la seguridad en espacios exteriores, como viviendas, establecimientos comerciales, industrias y áreas públicas, ha impulsado el uso de sistemas de videovigilancia. Las cámaras de seguridad se han convertido en aliadas fundamentales para brindar tranquilidad y protección. Sin embargo, quienes las utilizan saben que no siempre son tan confiables como se espera, especialmente cuando están expuestas a condiciones difíciles como la lluvia, el sol extremo o incluso intentos de vandalismo.

Estas debilidades comprometen su funcionamiento y reducen significativamente su vida útil, lo que genera costos adicionales por mantenimiento o reemplazo, y pone en riesgo la efectividad del sistema de vigilancia.

En este contexto, resulta fundamental el desarrollo de soluciones tecnológicas que respondan a los desafíos estructurales y electrónicos que enfrentan las cámaras de seguridad en exteriores. Diseñar un prototipo que incluya mejoras en su estructura física, como carcasas más resistentes y sistemas de protección climática junto con avances en su componente electrónico, como sensores más precisos, mejor conectividad y eficiencia energética contribuirá a elevar los estándares de rendimiento y durabilidad de estos dispositivos.

Además, la presente investigación aporta al campo de la seguridad electrónica un enfoque práctico e innovador, promoviendo el desarrollo de tecnología más resistente y confiable. Esto no solo beneficiará a los usuarios finales, sino que también abre nuevas oportunidades de mejora para la industria de la videovigilancia. Por tanto, la propuesta tiene una clara pertinencia técnica, económica y social, ya que busca dar respuesta a una necesidad real mediante una solución sostenible, funcional y adaptable a diferentes entornos.

Así mismo, tiene un valor académico significativo, ya que permitirá explorar y aplicar conocimientos en áreas como: la electrónica, la informática, y la seguridad. También, el diseño, desarrollo, y evaluación del prototipo brindará una valiosa experiencia práctica y permitirá la generación de nuevo conocimiento en el campo de la videovigilancia.

3. Planteamiento del Problema

A pesar de la creciente importancia de la videovigilancia en entornos exteriores, las cámaras de seguridad convencionales presentan limitaciones que afectan su efectividad. La exposición a condiciones climáticas adversas, como la lluvia, el viento, las altas temperaturas y la humedad, provoca la degradación de los materiales de la carcasa, el deterioro de los componentes electrónicos, y la reducción de la calidad de imagen. Además, el vandalismo y la manipulación de las cámaras representan una amenaza constante, especialmente en áreas con poca iluminación o vigilancia.

Por otro lado, las limitaciones tecnológicas también restringen el rendimiento de las cámaras de seguridad. La conectividad inestable, la falta de funciones avanzadas como la detección de movimiento inteligente y la visión nocturna de alta definición, y la vulnerabilidad a ciberataques son algunos de los desafíos que enfrentan las cámaras de seguridad actuales.

Estas limitaciones impactan negativamente en la capacidad de las cámaras de seguridad para exteriores para proporcionar una vigilancia confiable y efectiva. La falta de durabilidad y la deficiencia en el rendimiento limitan su capacidad para disuadir el delito, capturar imágenes de calidad, y proporcionar información precisa para la investigación de incidentes.

Diversos estudios y experiencias de usuarios han evidenciado que las fallas más comunes en cámaras de exteriores están relacionadas con la falta de protección estructural adecuada, la obsolescencia de componentes electrónicos y la baja resistencia de materiales frente a factores ambientales. Estas deficiencias generan interrupciones en el monitoreo, pérdida de información crítica y costos elevados en mantenimiento o reposición de equipos.

Por tanto, surge la necesidad de desarrollar un prototipo de cámara de seguridad para exteriores que no sólo incorpore materiales y estructuras más resistentes, sino también innovaciones electrónicas que mejoren su funcionalidad y vida útil. El fin es brindar una solución eficiente, durable y adaptable a diversas condiciones ambientales, capaz de responder a las exigencias actuales del entorno y las necesidades de los usuarios.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Desarrollar un prototipo de cámara de seguridad para exteriores con mejoras estructurales y electrónicas que aumenten su rendimiento y durabilidad en entornos adversos.

4.2. Objetivos Específicos

- Analizar las vulnerabilidades estructurales y las limitaciones tecnológicas de las cámaras de seguridad para exteriores
- Diseñar un prototipo de cámara de seguridad para exteriores que incorpore mejoras estructurales y electrónicas innovadoras.
- Evaluar el rendimiento del prototipo de cámara de seguridad mediante juicio de expertos.

Capitulo II

5. Marco Referencial

5.1. Antecedentes

Rodríguez-Antuñano, I., Barros, B., Martínez-Sánchez, J., & Riveiro, B. (2024), en su artículo científico: "Urban Infrastructure Vulnerability to Climate-Induced Risks: A Probabilistic Modeling Approach Using Remote Sensing as a Tool in Urban Planning".[1] Publicado por la Universidad de Vigo, explican que: las infraestructuras urbanas, incluidas aquellas que albergan sistemas de CCTV, pueden ser vulnerables a eventos climáticos. Utiliza modelos probabilísticos basados en imágenes satelitales para evaluar cómo los factores ambientales pueden afectar la durabilidad y la resiliencia de estas infraestructuras, lo cual es relevante para la protección de sistemas de videovigilancia en entornos urbanos en constante cambio.

Chieffo, N., Formisano A. (2022), en su artículo científico: "Call for papers: Seismic Vulnerability and Sustainable Building Materials for Risk Reduction Strategies in Urban Areas"[2], mencionan que: Esta publicación se enfoca en cómo los materiales de construcción pueden ser vulnerables a eventos sísmicos y cómo la elección de materiales sostenibles puede ayudar a mitigar el riesgo. Aunque está orientado a la vulnerabilidad sísmica, es muy relevante para la selección de materiales resistentes para la instalación y protección de sistemas CCTV en entornos urbanos, especialmente en regiones que pueden experimentar terremotos

Cui, Z., & Yuan, G. (2023), en su investigación: "Precursors, Structure and Properties of Carbon Fibers. In International Symposium on Automation, Mechanical and Design Engineering[3]" publicada en el libro Advances in Automation, Mechanical and Design Engineering. Presentan las características básicas a conocer sobre la fibra de carbono y cómo podría servir como sustituto de otros materiales de construcción para dispositivos electrónicos.

Sakhuja, D., Ghai, H., Bhatia, R. K., & Bhatt, A. K. (2022), en su estudio de nombre: "Management of e-Waste: technological challenges and opportunities"[4]. abordan que el uso de metales en la fabricación de dispositivos electrónicos puede resultar en la liberación de sustancias tóxicas durante su desecho o reciclaje, y que el proceso de recuperación de estos materiales es costoso y consume mucha energía.

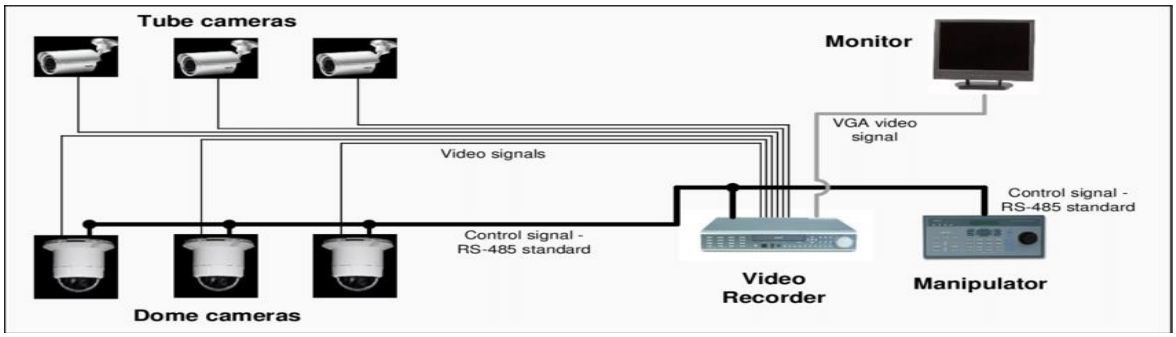
Grigorescu, R. M., Grigore, M. E., Iancu, L., Ghioca, P., & Ion, R. M. (2019), en su artículo científico: "Waste electrical and electronic equipment: a review on the identification methods for polymeric materials"[5] publicado en la revista Recycling señala que los residuos de equipos eléctricos y electrónicos contienen una variedad de plásticos y metales que presentan desafíos importantes para el reciclaje, ya que hay más de 15 tipos diferentes de plásticos y numerosos aditivos que complican su identificación y recuperación. Además, la presencia de metales pesados y contaminantes en los plásticos hace que el proceso de reciclaje sea aún más difícil y costoso. La identificación incorrecta y la mezcla de materiales disminuyen la calidad del reciclaje y contribuyen al impacto ambiental.

5.2. Sustento Teórico

5.2.1. CCTV

Lio, V. (2015) en su libro: "Ciudades, cámaras de seguridad y videovigilancia: estado del arte y perspectivas de investigación". Pág. 273-302. Un sistema de videovigilancia denominado circuito cerrado de televisión (CCTV) como se muestra en la **Figura 1** emplea cámaras para transmitir señales a un monitor o dispositivo de grabación. Estos sistemas se usan comúnmente para la supervisión en espacios públicos y privados, con el fin de prevenir delitos y reforzar la seguridad. Además de disuadir el crimen, el CCTV también proporciona evidencia valiosa para las investigaciones policiales.

Figura 1. *Conexiones de un Sistema CCTV*



5.2.2. Cámaras de Seguridad con Cable.

Arevalo Huamán, L. A. (2016) en su artículo: "Estudio y diseño de red de datos y cámaras de seguridad en la empresa regenda H y D inversiones y servicios EIRL Castilla–Piura." Las cámaras de seguridad con cable se conectan a un sistema de grabación mediante cables físicos, como coaxiales o de red. Este tipo de cámaras suele ofrecer una calidad de imagen superior y una conexión más estable, lo que las convierte en una opción confiable en entornos donde la seguridad es crítica. No obstante, su instalación puede ser más compleja y costosa debido a la necesidad de infraestructura y cableado.

5.2.3. Cámaras de Seguridad Inalámbricas.

Li, N., Yan, B., Chen, G., Govindaswamy, P., & Wang, J. (2010). en su columna: "Design and implementation of a sensor-based wireless camera system for continuous monitoring in assistive environments" para el libro "Personal and Ubiquitous Computing", pag. 499 - 510. Las cámaras de seguridad inalámbricas transmiten señales de video utilizando conexiones de red Wi-Fi. Son populares por su facilidad de instalación y flexibilidad, ya que no requieren cables físicos para funcionar. Sin embargo, su desempeño puede verse afectado por interferencias de señal, lo que podría comprometer la calidad de la imagen y la fiabilidad del sistema. Estas cámaras se utilizan a menudo en entornos residenciales y comerciales donde la movilidad es un factor importante.

5.2.4. Cámaras de Seguridad IP.

Nilsson, F. (2023), en su libro: "Intelligent network video: Understanding modern video surveillance systems". Las cámaras de seguridad IP (Protocolo de Internet) permiten la transmisión de video a través de redes basadas en IP, lo que facilita su conexión a internet. Esto posibilita el acceso remoto y la visualización en tiempo real desde dispositivos móviles y computadoras. Las cámaras IP también pueden ofrecer funciones avanzadas, como la grabación en la nube y la integración con otros dispositivos de seguridad, aunque su dependencia de la infraestructura de red puede presentar desafíos en ciberseguridad, en la **Figura 2** se puede observar un ejemplo de cámara IP

Figura 2. *Cámara IP*



5.2.5. Cámaras de Seguridad de visión nocturna.

Haque, M. J., & Muntjir, M. (2017) en su libro: "Night vision technology: an overview". International Journal of Computer Applications, p. 37. Las cámaras de visión nocturna están diseñadas para operar en condiciones de poca luz, empleando tecnologías infrarrojas para capturar imágenes claras en la oscuridad. Son cruciales para la vigilancia nocturna o en áreas con iluminación insuficiente. Estas cámaras mejoran significativamente la efectividad de los sistemas de vigilancia al poder captar detalles importantes que serían invisibles a simple vista.

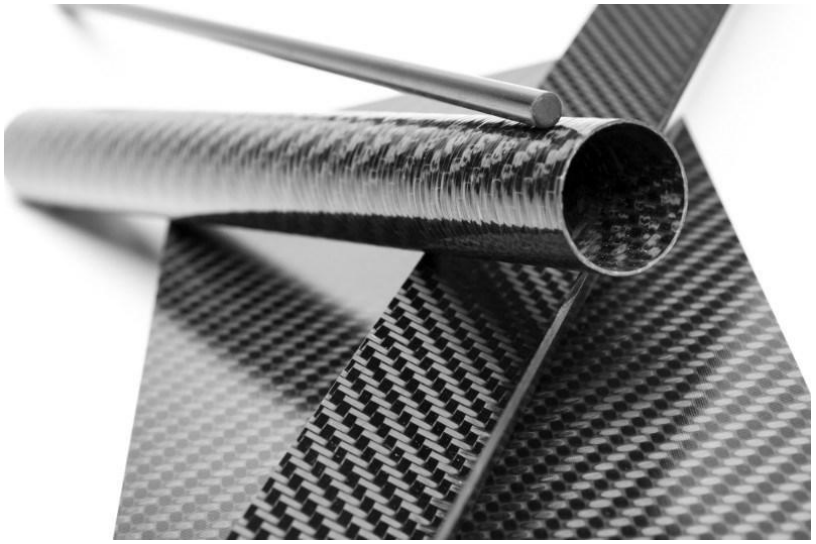
5.2.6. Cable Ethernet.

Díaz, J. M., Sánchez, K. P., & Valencia, S. P. (2001) en su libro: "Ethernet: Su origen, funcionamiento y rendimiento. Ingeniería y desarrollo", p. 22-34. El cable Ethernet es un componente fundamental en las redes de computadoras, permitiendo la transmisión eficiente y confiable de datos entre dispositivos dentro de una red de área local (LAN). Su diseño, basado en pares trenzados de hilos de cobre, minimiza la interferencia electromagnética y asegura una calidad de señal óptima. Este tipo de cable se emplea en diversas aplicaciones, desde la conexión de computadoras hasta la integración de sistemas de videovigilancia y automatización de edificios.

5.2.7. Fibra de Carbono.

Theurer, M. M., & Rodriguez, J. (2016) en su tesis académica: “Las fibras de carbono como una alternativa para reforzamiento de estructuras”. p. 57-62. La fibra de carbono es un material ligero y extremadamente resistente, compuesto por filamentos delgados de carbono entrelazados. Su alta relación resistencia-peso lo convierte en una opción ideal para diversas aplicaciones industriales, desde la fabricación de componentes aeronáuticos hasta productos deportivos y dispositivos electrónicos. En el ámbito de la seguridad, la integración de fibra de carbono en las carcasas de cámaras de vigilancia mejora su durabilidad y resistencia a condiciones climáticas adversas, lo que prolonga su vida útil y asegura un rendimiento óptimo en exteriores. No obstante, el costo elevado de producción y la complejidad de su fabricación pueden limitar su adopción en algunas aplicaciones. En la **Figura 3** se pueden observar láminas de fibra de carbono.

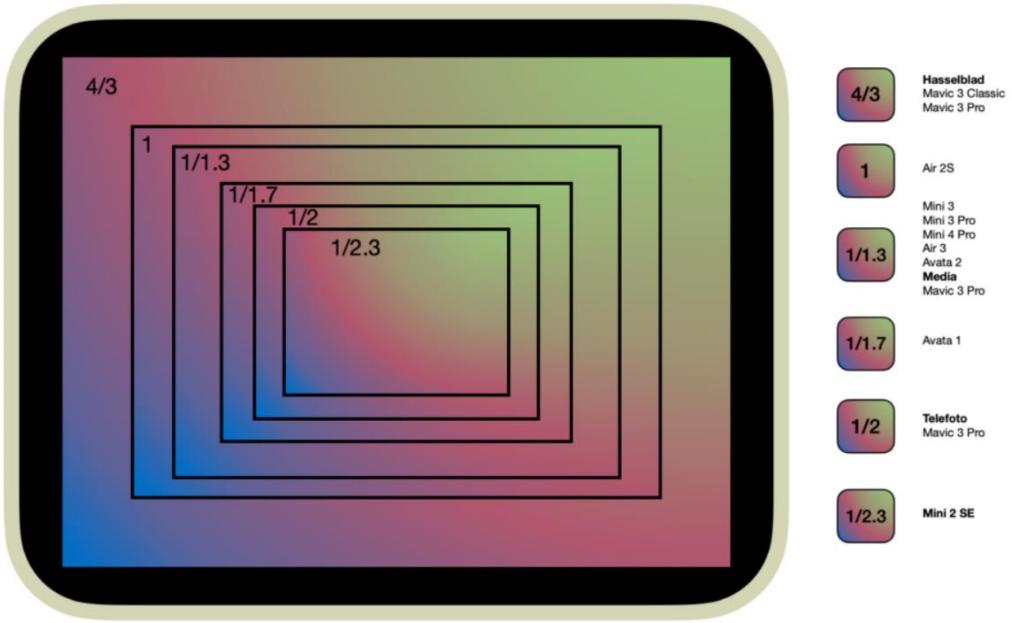
Figura 3. *Fibra de Carbono*



5.2.8. Sensores de Imagen

Brissot, L., & Chautemps, J. (2005) en su libro: “Sensores de imagen CMOS y CCD: comparación”, p. 31-35. Al decidir entre sensores de imagen CCD o CMOS, la elección óptima depende de la aplicación específica. Es crucial considerar si el procesamiento de la imagen será por computadora o por la percepción humana, si se trata de imágenes fijas o en movimiento, y si el escenario cambia rápidamente.

Figura 4. *Funcionamiento de un Sensor de Imagen CMOS*



5.2.9. Procesadores Digitales de Señales (DSP)

Soler, J. S. (2000) en su libro: “Procesadores digitales de señal”, p. 46-57. Los DSP o procesadores digitales de señal son microprocesadores diseñados específicamente para el procesamiento digital de señal. Características esenciales como su formato aritmético, velocidad, organización de la memoria y arquitectura interna determinan su idoneidad para una aplicación particular. Adicionalmente, aspectos como el costo y la disponibilidad de una amplia gama de herramientas de desarrollo también son consideraciones importantes.

5.2.10. Sensores Infrarrojos

Serna, A., Ros, F. Rico, J.C (2010) en su libro: “Guía práctica de sensores”, p. 3. Los sensores amplían la capacidad de percepción humana, lo que explica su creciente integración en diversas áreas tecnológicas. Dada esta característica, existen sensores diseñados para reaccionar a distintos estímulos relacionados con los sentidos, como la luz, el sonido o el contacto.

Figura 5. *Aplicación de Sensor Infrarrojo en Cámara de Seguridad.*



5.2.11. Protocolos de comunicación

Guacho, G. M., & Pacheco, J. K. C. (2020) en su libro: "Análisis comparativo de protocolos de comunicación para redes definidas por software", p. 39-50. Las redes definidas por software (SDN) representan una innovación que busca transformar las redes tradicionales, introduciendo la capacidad de administración y programación mediante la separación de los planos de control y datos. Aunque las SDN han ganado terreno, aún faltan análisis comparativos exhaustivos de los protocolos southbound entre los planos mencionados. Dada que esta tecnología está siendo ampliamente adoptada, es necesario realizar estudios que faciliten la comprensión y la selección adecuada de los protocolos southbound para optimizar el rendimiento en su implementación.

5.2.12. Protocolo TCP/IP

Corona, A. E. (2004) en su libro: "Protocolos TCP/IP de internet", p. 4. Los protocolos IP (Protocolo de Internet) y TCP (Protocolo de Control de Transmisión) surgieron a principios de la década de 1980 y fueron adoptados por la red ARPANET en 1983, que conectaba cientos de computadoras de universidades, centros de investigación militar y algunas empresas. En aquel entonces, el correo electrónico era el servicio más común y UNIX, en su versión BSD desarrollada por la Universidad de California, el sistema operativo predominante. A mediados

de los ochenta, el protocolo TCP/IP fue creado con el fin de establecer un lenguaje común para todas las computadoras conectadas a Internet, tras la fusión de las redes ARPANET, CSNET y MILNET. En esencia, TCP/IP define las reglas que posibilitan la conexión entre computadoras de diferentes marcas y tecnologías.

5.2.13. Almacenamiento en la nube

Gutiérrez, A., Agustin, M., Vargas, C., Daniel, J. (2018) en su informe: "Almacenamiento en la nube", p.1. La aparición de los servicios en la nube o Cloud Computing ha significado un cambio de paradigma significativo. Antes, predominaba un modelo de computación centrado en redes y recursos locales, o incluso más limitado, enfocado en equipos individuales. Esta situación persistió incluso avanzada la era de Internet, en parte porque este nuevo modelo requería una gran capacidad de procesamiento y almacenamiento por parte de los servidores y conexiones a Internet rápidas, económicas y estables. La convergencia de estos requisitos permitió el surgimiento y crecimiento continuo de la "nube".

5.2.14. Transmisión de datos

Zuñiga López, V. (2005) en su tesis: "Redes de Transmisión de datos". En el mundo moderno, la información en formato de datos, es decir, aquella que se procesa y almacena en sistemas computacionales (informática), es crucial. El intercambio de esta información se realiza a través de redes de transmisión de datos, lo que se conoce como teleinformática.

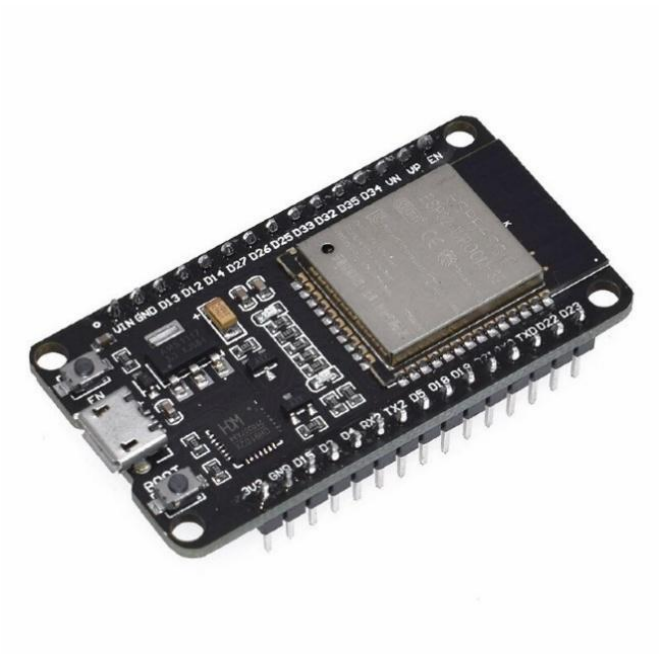
5.2.15. Tecnologías de la Información y la Comunicación

Graells, P. R. M. (2013) en su informe: "Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones". Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son una presencia innegable en nuestra cultura tecnológica, con la cual debemos coexistir. Estas amplían nuestras capacidades físicas y mentales, y las posibilidades de desarrollo social. El concepto de TIC incluye no sólo la informática y tecnologías asociadas como la telemática y multimedia, sino también medios de comunicación de todo tipo: tanto los medios de comunicación social ("mass media") como los interpersonales tradicionales con soporte tecnológico como el teléfono o el fax.

5.2.16. ESP32

Bertoleti, P. (2019), en su libro Proyectos con ESP32 y LoRa. Editora NCB. El ESP32 es un sistema en chip (SoC) que integra conectividad (Wi-Fi y Bluetooth a 2.4 GHz), potencia computacional (CPU y memorias), entradas y salidas (I/Os), un reloj en tiempo real (RTC), y soporte para diversas comunicaciones (SPI, I2C, I2S, etc.). Además, ofrece soporte para operaciones de bajo consumo energético y bloques de hardware dedicados a la seguridad, todo en un solo chip. Al usar el chip con aproximadamente veinte componentes externos, es posible aprovechar plenamente sus funcionalidades, ocupando un área mínima en una placa de circuito impreso. Comercialmente, el ESP32 se encuentra más comúnmente como un módulo que ya contiene todos los componentes necesarios, una cubierta metálica y puntos para soldar los terminales, permitiendo su uso como un "súper componente" (CPU, memoria y conectividad) en un proyecto.

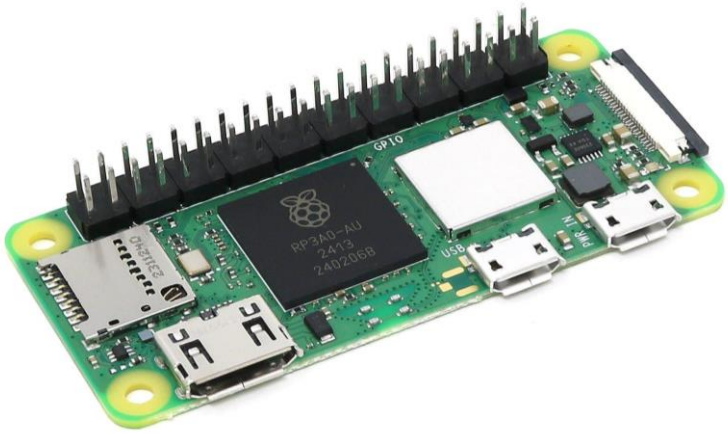
Figura 6 – *Chip ESP32*



5.2.17. Raspberry Pi Zero 2 W

Gómez Pérez, D. (2024), en su propuesta Sistema de comunicación local mediante Walkie-Talkies TCP/IP: diseño del servidor en una Raspberry Pi Zero 2W como una placa computadora de bajo coste o un ordenador de magnitud reducida de tal forma que elimina los componentes de un ordenador básico que no afectan a su rendimiento básico. Pardo Coronel, A. M., & Vera Castro, J. E. (2023), en su tesis titulada Diseño e implementación de un Robot Soccer autónomo mediante visión artificial a través del sistema embebido Raspberry PI Zero (Bachelor's thesis). La Raspberry Pi Zero 2 W es una placa computadora de bajo coste, o un ordenador de magnitud reducida, diseñada para eliminar componentes de un ordenador básico que no afectan su rendimiento fundamental. Se han realizado pruebas exhaustivas para evaluar la precisión y el rendimiento del sistema en entornos simulados y reales de juego, contribuyendo al campo de la robótica autónoma y la visión artificial.

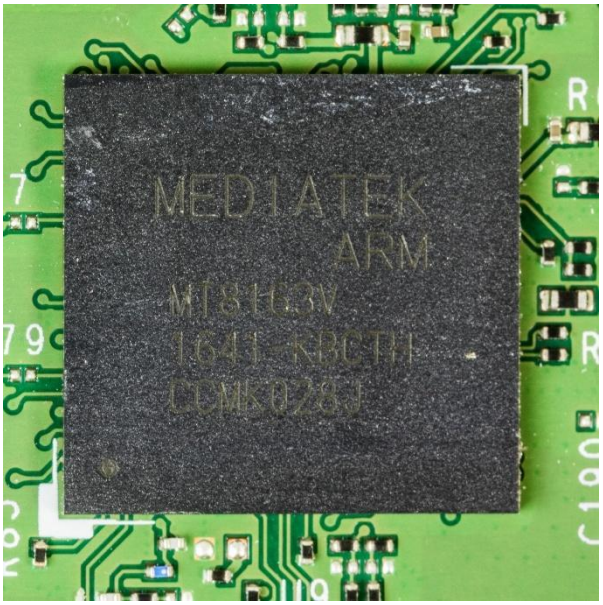
Figura 7. *Tarjeta computacional Raspberry PI Zero 2 W*



5.2.18. ARM Cortex-A53

Abbasinezhad-Mood, D., & Nikooghadam, M. (2018). An anonymous ECC-based self-certified key distribution scheme for the smart grid. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 65(10), 7996-8004. La serie de procesadores Arm Cortex-A está diseñada para dispositivos que realizan tareas de computación complejas, como alojar un sistema operativo completo y soportar múltiples aplicaciones de software. El procesador Cortex-A53, concebido como una unidad de bajo consumo con capacidades de 64 bits, es aplicable a una gama de dispositivos que demandan alto rendimiento en entornos con limitaciones de energía.

Figura 8. *Unidad de Procesamiento ARM Cortex – A53*



5.2.19. Raspberry Pi Noir

Prinz, A. C., Taank, V. K., Voegeli, V., & Walters, E. L. (2016), en su escrito A novel nest-monitoring camera system using a Raspberry Pi micro-computer. Journal of Field Ornithology, 87(4), 427-435. Un sistema de monitoreo de nidos ha sido desarrollado utilizando una microcomputadora Raspberry Pi, una cámara infrarroja Pi NoIR, un adaptador inalámbrico para transmitir video por Internet y baterías de gel recargables Deka para la alimentación. El módulo de cámara Pi NoIR se distingue del módulo estándar por la ausencia de un filtro infrarrojo, lo que le permite captar luz infrarroja. Esta característica la hace ideal para aplicaciones en condiciones de poca iluminación o para visión nocturna.

5.2.20. Puerto CSI

Brydko, V. (2015), en su tesis doctoral Diseño e implementación de múltiples interfaces para el control remoto de un vehículo y del sistema de visión embarcado (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València). La interfaz CSI-2 (Camera Serial Interface) es una unidad fabricada exclusivamente para la Raspberry Pi, cuya aplicación principal es la captura y envío de vídeo en tiempo real. La elección de esta solución de diseño se debe a factores como su tamaño muy reducido (25 mm x 20 mm x 9 mm y 3 g de peso). La interfaz CSI-2 se implementa

como un zócalo ZIF de 15 pines, ofreciendo una conexión serial directa entre el módulo de la cámara y la CPU de la Raspberry Pi. Al ser una conexión dedicada, el ancho de banda disponible es de unos 800 Mbps por canal, con un límite teórico de 1 Gbps. La implementación de este módulo utiliza dos canales, lo que proporciona un ancho de banda total aproximado de 2 Gbps, permitiendo trabajar con vídeo a resoluciones de hasta 1920 x 1080 píxeles y 30 cuadros por segundo.

5.2.21. Cable plano flexible (FFC)

Trejo, R. E. V. (2018), en su propuesta Software-hardware para pruebas de falla en cables plano-flexible. El cable plano flexible (FFC) se refiere a un tipo de cable extremadamente delgado y plano que se utiliza con frecuencia en aplicaciones electrónicas de alta densidad, como las que se encuentran en computadoras portátiles y teléfonos móviles.

5.2.22. Sensor PIR

Godoy, C. A. G., & Parra, O. J. S. (2017), en su propuesta Sistema de seguridad para locales comerciales mediante Raspberry Pi, cámara y sensor PIR. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, (51), 175-193. Un sensor PIR es un dispositivo electrónico que detecta el movimiento al medir la radiación infrarroja pasiva emitida por los objetos dentro de su campo de visión, sin generar energía propia. En la **Figura 9** se encuentra las dimensiones del sensor PIR.

Figura 9. *Estructura de un Sensor PIR*



5.2.23. LEDs IR

Cervellini, M. P., Gonzalez, E., Tulli, J. C., Uriz, A., Agüero, P. D., & Kuzman, M. G. (2011). Sistema de sustitución sensorial visual-táctil para no videntes empleando sensores infrarrojos. In XVIII Congreso Argentino de Bioingeniería SABI 2011-VII Jornadas de Ingeniería Clínica (pp. 28-30). Un LED infrarrojo emite un haz de luz a través de una pequeña lente convergente, lo que permite que el haz emitido alcance el objeto de manera paralela. Cuando la luz incide sobre un obstáculo, una cierta cantidad se refleja. Si el obstáculo fuera un espejo perfecto, todos los rayos del haz de luz lo atravesarían, imposibilitando la medición de la distancia.

5.2.24. MOSFET

Ortiz-Conde, A., Sánchez, F.G., Liou, J.J., Cerdeira, A., Estrada, M. y Yue, Y. (2002), en su escrito Revisión de métodos recientes de extracción de voltaje umbral en MOSFET. Microelectronics trusted, 42 (4-5), 583-596. Los MOSFET de potencia discretos emplean técnicas de procesamiento de semiconductores similares a las de los circuitos VLSI actuales, aunque la geometría, el voltaje y los niveles de corriente del dispositivo difieren significativamente del diseño utilizado en los dispositivos VLSI.

5.2.25. Conductividad eléctrica

Bosch Mayol, M., Costa, J. L., Cabria, F. N., & Aparicio, V. C. (2012), en su propuesta Relación entre la variabilidad espacial de la conductividad eléctrica y el contenido de sodio del suelo. Ciencia del suelo, 30(2), 95-105. La conductividad eléctrica (CE) del suelo representa su capacidad para conducir corriente eléctrica, la cual depende de la cantidad de iones positivos y negativos presentes en la solución del suelo. Por lo tanto, la CE de la solución del suelo sirve como un indicador del contenido de sales. La CE compuesta se mide en laboratorio, específicamente en el extracto de pasta de saturación (Warrick & Nielsen, 1981).

5.2.26. Atenuación de señales

Vega, R. C. P. (1997), en su tesis doctoral Caracterización estadística de la atenuación en el canal de propagación en interiores (Doctoral dissertation, Universidad de Cantabria). La atenuación se define como la pérdida de intensidad de una señal debido a diversos factores, como la distancia, el medio de transmisión o las interferencias. Se mide en decibelios, y comprender este fenómeno es crucial para el diseño eficaz de sistemas de transmisión de datos, audio, video y luz, entre otros.

Capitulo III

6. Diseño Metodológico

En este capítulo se presenta la metodología empleada en la investigación, detallando el enfoque, el diseño y los métodos utilizados, los cuales se adaptan a las características del estudio. Asimismo, se describen los procedimientos aplicados para la recolección de datos, los cuales proporcionaron información valiosa que permitió generar y aplicar conocimientos orientados al cumplimiento de los objetivos planteados.

6.1. Enfoque de Investigación

Para el desarrollo de esta investigación, se adoptó un enfoque mixto, ya que se integraron elementos tanto cuantitativos como cualitativos en el análisis e interpretación de los resultados. Este enfoque es el más adecuado, dado que el estudio no solo requiere la recopilación y análisis de datos numéricos para evaluar el rendimiento del prototipo, sino también la interpretación de características técnicas, estructurales y funcionales desde una perspectiva más descriptiva. En este sentido, la combinación de ambos métodos permite una comprensión más integral del problema y de las posibles soluciones.

El enfoque mixto, representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación, que implica la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, con el fin de realizar inferencias basadas en toda la información recabada (metainferencias) y lograr una comprensión más profunda del fenómeno estudiado (Hernández, Fernández & Baptista, 2016, p. 534).

6.2. Variables / Categorías de Estudio

Tabla 1. *Sistema Categorial. Matriz de Encuesta.*

Objetivo	Analizar las vulnerabilidades estructurales y las limitaciones tecnológicas de las cámaras de seguridad para exteriores	Diseñar un prototipo de cámara de seguridad para exteriores que incorpore mejoras estructurales y electrónicas innovadoras	Evaluar el rendimiento del prototipo de cámara de seguridad mediante juicio de expertos
Dimensión	Vulnerabilidades estructurales y limitaciones tecnológicas	Prototipo de cámara	Evaluación
Categoría	1. Carcasa 2. Hardware y Software	Características de la cámara	Funcionamiento de la cámara
Preguntas de Evaluación	1. ¿Cuál es el principal tipo de daño que sufren los materiales de las carcasas de las cámaras de seguridad convencionales debido a la exposición al clima y al sol? ¿Qué tipo de impacto tiene la acumulación de suciedad (polvo, barro, etc.) en las cámaras de seguridad para exteriores? ¿Cuál de los siguientes factores estructurales influye principalmente en la vulnerabilidad de las cámaras de seguridad para exteriores ante robos o golpes intencionales? 2. ¿Cuál es la principal limitación reportada en la usabilidad del software de las	¿Qué grado de utilidad considera que la función de detección de movimiento aporta a las cámaras de seguridad en áreas clave? ¿Cómo evaluaría la importancia de implementar un sistema de notificaciones en tiempo real sobre actividad inusual detectada por las cámaras de seguridad? ¿Cuál es su prioridad al seleccionar el ángulo de visión de las cámaras de seguridad para exteriores en su empresa? ¿Cómo valora su empresa la necesidad de una conectividad de red estable y continua para el	Considerando las características anteriormente mencionadas sobre las cámaras de seguridad para exteriores, ¿considera que las opciones son óptimas para satisfacer las necesidades de vigilancia de su empresa o ubicación? ¿En qué medida cree que estas características contribuyen a reducir las posibilidades de robos o actos vandálicos en su empresa o ubicación?

	cámaras de seguridad para exteriores? ¿Cuál es uno de los factores que puede contribuir al sobrecalentamiento de la tarjeta madre y otros componentes internos en las cámaras de seguridad para exteriores? ¿Cuál es uno de los problemas más comunes asociados con las cámaras de seguridad IP?	funcionamiento óptimo de las cámaras de seguridad para exteriores? ¿Qué prioridad otorga su empresa a las características del diseño estético de las cámaras de seguridad para exteriores, considerando su impacto en la percepción visual y la integración con el entorno? ¿Qué prioridad asigna su empresa a la selección del material de fabricación en las carcasas de las cámaras de seguridad para exteriores, considerando su impacto en la durabilidad y resistencia ante factores ambientales y posibles daños?	
Información Requerida	Análisis físico	Manuales Datasheets	Taller a expertos
Fuentes de Información	Responsables de IT Especialistas en seguridad Empresas y Clientes	Responsables de IT Especialistas en seguridad Empresas y Clientes	Responsables de IT Especialistas en seguridad Empresas y Clientes
Métodos o Instrumentos	Encuesta	Encuesta	Encuesta

Tabla 2. *Sistema Categorial. Matriz de Entrevista*

Objetivo	Analizar las vulnerabilidades estructurales y las limitaciones tecnológicas de las cámaras de seguridad para exteriores	Diseñar un prototipo de cámara de seguridad para exteriores que incorpore mejoras estructurales y electrónicas innovadoras	Evaluar el rendimiento del prototipo de cámara de seguridad mediante juicio de expertos
Dimensión	Vulnerabilidades estructurales y limitaciones tecnológicas	Prototipo de cámara	Evaluación
Categoría	1. Carcasa 2. Hardware y Software	Características de la cámara	Funcionamiento de la cámara
Preguntas de Evaluación	**Entrevista Especialista:** Según su experiencia, ¿qué material híbrido recomendaría para equilibrar resistencia al clima y aislamiento térmico en un prototipo? ¿Cómo podrían integrarse sensores de autolimpieza y supresores de picos de bajo costo en el hardware de un prototipo? ¿Qué diseño estructural innovador podría dificultar el sabotaje en cámaras tipo bullet? **Entrevista Departamento IT:** ¿Qué protección adicional sugeriría para	**Entrevista Especialista:** ¿Qué tecnologías subutilizadas deberían priorizarse en un prototipo para simplificar su configuración y aprovechar su potencial? ¿Cómo optimizaría el consumo energético y disipación de calor en una cámara con múltiples funciones avanzadas? ¿Qué certificaciones considera esenciales para un prototipo en Managua? **Entrevista Departamento IT:**	**Entrevista Especialista:** ¿Qué pruebas recomendaría para validar la durabilidad del prototipo? ¿Cómo mediría la efectividad real de un supresor de picos integrado contra descargas eléctricas? ¿Qué indicadores de rendimiento debería monitorearse en pruebas de software? **Entrevista Departamento IT:** - ¿Qué protocolo de pruebas post-instalación aplicaría al prototipo?

	lentes expuestos a polvo/lluvia, basado en sus experiencias? ¿Ha identificado incompatibilidades entre hardware de cámaras y sistemas de grabación que afecten la escalabilidad? ¿Qué altura y ángulo de instalación minimizarían la manipulación física, según sus incidentes reportados?	¿Qué interfaz de software facilitaría la gestión sin restringir accesos? ¿Cómo debería diseñarse la conectividad del prototipo para evitar fallos como imágenes congeladas? ¿Qué funcionalidades premium justificarían un mayor costo para su empresa?	- ¿Cómo evaluaría la resistencia a ciberataques en un prototipo con configuración remota? - ¿Qué datos ambientales deberían replicarse en simulaciones para Managua?
Información Requerida	Análisis físico	Manuales Datasheets	Taller a expertos
Fuentes de Información	Responsables de IT Especialistas en seguridad Empresas y Clientes	Responsables de IT Especialistas en seguridad Empresas y Clientes	Responsables de IT Especialistas en seguridad Empresas y Clientes
Métodos o Instrumentos	Entrevista	Entrevista	Entrevista

Tabla 3. *Sistema Categorial. Matriz de Encuesta del Taller.*

Objetivo	Evaluar el rendimiento del prototipo de cámara de seguridad mediante juicio de expertos
Dimensión	Evaluación
Categoría	Funcionamiento de la cámara

Preguntas de Evaluación	Por favor, califique los siguientes aspectos del prototipo observado en la demostración física en una escala del 1 al 5 Potencia de procesamiento de la Raspberry Pi Zero 2 W para el manejo de video (observado durante la demostración): Calidad de imagen del módulo de cámara Raspberry Pi Noir (observado durante la demostración, con y sin LEDs IR): Potencial de la Raspberry Pi Zero 2 W para la integración futura de funciones avanzadas (como análisis de imagen en tiempo real, conectividad diversa): Esta sección evalúa su percepción sobre las mejoras estructurales y funcionalidades adicionales que se planean integrar en el producto final. Por favor, califique los siguientes aspectos en una escala del 1 al 5, donde: El uso de fibra de carbono para la carcasa es una solución efectiva para aumentar la resistencia a condiciones climáticas adversas y vandalismo La inclusión conceptual de una "ventana de RF" en la carcasa de fibra de carbono es una solución adecuada para optimizar la conectividad inalámbrica: La integración de un sensor PIR para la detección de movimiento en el producto final sería una característica valiosa y efectiva: Se considera que el diseño conceptual aborda adecuadamente la preocupación de sobrecalentamiento de los componentes internos en el producto final: La implementación de notificaciones por manipulación (si se detecta un objeto que obstaculiza la visión) sería una mejora significativa para la seguridad del dispositivo: La propuesta de un sistema de montaje robusto y estable para el producto final contribuiría significativamente a su durabilidad y rendimiento: Considerando la demostración del prototipo y el diseño conceptual del producto final, ¿cómo calificaría el potencial general de este dispositivo en comparación con las cámaras de seguridad para exteriores convencionales (1 = Muy bajo, 5 = Muy alto)? Potencial de Durabilidad (vida útil, resistencia a factores externos):

	¿Qué otras funcionalidades o características adicionales (tanto de software como de hardware) serían de alto valor para este prototipo en su versión final? ¿Qué recomendaciones generales haría para la optimización o mejora de este prototipo antes de su posible implementación o producción en masa?
Información Requerida	Taller a expertos
Fuentes de Información	Especialistas en seguridad
Métodos o Instrumentos	Encuesta

Tabla 4. *Plan de Tabulación*

o	Objetivo	Método	Resultados
	Analizar las vulnerabilidades estructurales y las limitaciones tecnológicas de las cámaras de seguridad para exteriores.	Cualitativo Cuantitativo	En este objetivo se analizó las vulnerabilidades presentes en las cámaras de seguridad para exteriores teniendo en cuenta su deterioro y el lugar donde se encontraban.
	Diseñar un prototipo de cámara de seguridad para exteriores que incorpore mejoras estructurales y electrónicas innovadoras	Cualitativo Cuantitativo	En este objetivo se usaron los análisis de las vulnerabilidades para diseñar un prototipo de cámara para exteriores con el fin de solucionar problemas cotidianos de dichos dispositivos.

	Evaluar el rendimiento del prototipo de cámara de seguridad mediante juicio de expertos	Cualitativo Cuantitativo	En este objetivo se realizó un taller de capacitación a expertos con el fin de recibir retroalimentación de nuestro prototipo de cámara.

6.3. Población

La población del estudio se definió como el conjunto total de empresas ubicadas dentro del perímetro de Managua, Nicaragua, las cuales cumplieron con los siguientes criterios:

- **Estructura Organizativa:** Contar con una fuerza laboral superior a 20 trabajadores
- **Capacidad Tecnológica:** Disponer de un departamento de Tecnologías de la Información (IT) o una estructura equivalente dedicada a la gestión tecnológica.
- **Uso Específico de Seguridad Exterior:** Utilizar activamente cámaras de seguridad diseñadas para su instalación en exteriores.

6.4. Muestra

La muestra es un subconjunto seleccionado de la población definida, fue elegida estratégicamente para asegurar la representatividad y la profundidad de la información a obtener. La selección de la muestra se realizó considerando tanto las empresas participantes como los roles específicos dentro de estas.

Las empresas participantes que conforman la muestra fueron:

- INSEPRO S.A.
- Createch Mind
- UNICIT
- AK Digital

6.5. Sujetos de Investigación

Los sujetos de investigación fueron seleccionados según criterios específicos, proporcionando la información necesaria para el desarrollo del prototipo. Estos sujetos son los portadores de la experiencia y el conocimiento relevante.

Dentro de estas organizaciones, los sujetos de estudio reunieron el siguiente perfil profesional:

- **Técnicos del Departamento de IT:** Personal directamente involucrado en la gestión técnica, instalación y mantenimiento de los sistemas de cámaras de seguridad. Su experiencia es fundamental para comprender las limitaciones operativas y electrónicas.

- **Especialistas en Seguridad:** Profesionales con conocimiento especializado en el diseño, implementación y evaluación de sistemas de seguridad. Su perspectiva es clave para identificar vulnerabilidades estructurales y funcionales, así como para proponer mejoras en el diseño.

- **Clientes o Empresas Usuarios (si aplica):** Representantes de las entidades que han contratado servicios de cámaras de seguridad para exteriores. Su punto de vista como usuario final es esencial para entender las necesidades y expectativas desde la perspectiva de la aplicación práctica.

6.6. Técnicas e Instrumentos

Para alcanzar los objetivos de la investigación, se empleó una combinación de técnicas e instrumentos de recolección de datos que permitieron obtener una perspectiva integral sobre las necesidades y desafíos relacionados con las cámaras de seguridad para exteriores. La elección de estas herramientas se fundamentó en su capacidad para capturar tanto información cuantitativa como cualitativa.

6.6.1. Técnicas

Las técnicas de recolección de datos utilizadas en este estudio fueron las siguientes:

- **Encuesta:** Esta técnica consintió en la recopilación de información estandarizada de un número considerable de sujetos. La encuesta permitió identificar

patrones, tendencias y percepciones generales sobre el rendimiento, durabilidad y limitaciones de las cámaras de seguridad para exteriores en uso actual.

- **Entrevista semiestructurada:** Complementando la encuesta, la entrevista se utilizó para profundizar en aspectos específicos y obtener información cualitativa detallada. Esta técnica facilitó la exploración de experiencias personales, opiniones expertas y sugerencias de mejora por parte de los especialistas, lo cual es invaluable para el diseño del prototipo.

- **Taller:** Esta técnica, permitió recabar información pertinente para evaluar el rendimiento y la durabilidad del prototipo de cámara de seguridad, esto se logró al realizar diversas pruebas de simulación con el grupo de participantes.

- **Investigación Documental:** Esta técnica es fundamental en la investigación, ya que permitió la revisión sistemática y el análisis crítico de diversas fuentes de información escrita y digital. Su propósito fue comprender el estado del arte de las cámaras de seguridad para exteriores, identificar tecnologías existentes, normativas relevantes, patentes, estudios de caso sobre durabilidad y rendimiento, así como las tendencias de mercado y las soluciones propuestas por otros investigadores o fabricantes.

6.6.2. Instrumentos

Para la implementación de las técnicas mencionadas, se diseñaron los siguientes instrumentos y se consultaron las siguientes fuentes de información:

- **Cuestionario:** Para la encuesta, se elaboró un cuestionario estructurado con preguntas cerradas y un número limitado de preguntas abiertas. Las preguntas cerradas permitieron una cuantificación eficiente de las respuestas sobre características técnicas, fallas comunes y niveles de satisfacción. Las preguntas abiertas ofrecerán la oportunidad a los técnicos de IT y especialistas en seguridad de expresar detalles y sugerencias adicionales no contempladas en las opciones predefinidas. Este instrumento se dirigió principalmente a los técnicos del departamento de IT y a los especialistas en seguridad (ver Anexo 1).
- **Guión de Entrevista:** Se desarrolló un guión semiestructurado para las entrevistas (ver Anexo 2). Este guión incluyó una serie de preguntas clave orientadas a:

- Identificar vulnerabilidades específicas y recurrentes en las cámaras de seguridad para exteriores existentes.

- Explorar las causas subyacentes de estas vulnerabilidades (estructurales, electrónicas, ambientales).

- Recopilar las características deseadas y las funcionalidades prioritarias que, a juicio de los entrevistados, deberían estar presentes en el diseño de un prototipo mejorado. Este instrumento será aplicado específicamente a los especialistas en seguridad, dada su experiencia profunda y directa en la evaluación y gestión de estos sistemas.

- **Metodología del taller:** Se asumió un enfoque teórico-práctico, permitiendo a los participantes evaluar el rendimiento del prototipo de cámara de seguridad para exteriores.

El taller se estructuró en cuatro momentos: una introducción conceptual al funcionamiento del prototipo, la ejecución práctica de simulaciones; el análisis colectivo de los resultados obtenidos; y una reflexión final sobre las mejoras posibles. A través de este proceso, se buscó fomentar la comprensión técnica y crítica del comportamiento del prototipo en condiciones adversas reales (ver Anexo 3).

- **Fuentes Documentales:** Para esta técnica, se consultaron y analizaron diversos tipos de documentos, incluyendo:

  - **Literatura Científica y Académica:** Artículos en revistas especializadas (IEEE, ACM, etc.), tesis, libros y conferencias que aborden el diseño, la ingeniería, la electrónica y los materiales de cámaras de seguridad, así como estudios sobre su rendimiento y durabilidad en exteriores.

  - **Estándares y Normativas Técnicas:** Documentos de organismos nacionales e internacionales relacionados con la resistencia a la intemperie (IP ratings), seguridad eléctrica, protocolos de comunicación y compatibilidad de dispositivos de seguridad.

- **Información de Fabricantes y Patentes:** Hojas de datos técnicos de productos, manuales de usuario, especificaciones de componentes electrónicos y registros de patentes que revelen innovaciones y soluciones técnicas implementadas en cámaras de seguridad.

- **Casos de Estudio y Publicaciones Técnicas Especializadas:** Artículos que documenten fallas comunes, soluciones de ingeniería para mejorar la durabilidad, y comparativas de rendimiento en condiciones adversas.

6.7. Procedimiento

El procedimiento de esta investigación se desarrolló en varias fases. En primer lugar, se realizó revisión y fundamentación documental, segunda fase, la recopilación de información resultados de las técnicas e instrumentos aplicados, tercera, análisis de los datos y la última fase fue el diseño del prototipo.

A continuación, se describe cada una de las fases:

6.7.1. Revisión Documental y Fundamentación Teórica:

En esta fase se estableció el marco de conocimiento y la base técnica del estudio. Implicó una búsqueda y análisis exhaustivo de literatura científica, estándares técnicos, información de fabricantes y patentes relacionadas con cámaras de seguridad para exteriores. El objetivo fue comprender el estado actual de la tecnología, identificar materiales y componentes relevantes, conocer las normativas aplicables y detectar las patologías o fallas recurrentes documentadas en el uso de estos dispositivos, sentando así las bases para las fases posteriores.

6.7.2. Recopilación de Información Empírica (Encuestas, Entrevistas)

En esta fase, la investigación se centra en obtener datos de primera mano directamente de los sujetos de estudio para comprender sus necesidades y experiencias prácticas. Esto implica seleccionar a los técnicos de IT y especialistas en seguridad de las empresas de la muestra, diseñar y validar instrumentos como cuestionarios para encuestas y guiones para entrevistas, y posteriormente aplicar estas herramientas. El propósito es recopilar información sobre el rendimiento actual, las limitaciones y las expectativas respecto a las cámaras de seguridad para exteriores en entornos reales.

6.7.3. Análisis de Datos y Definición de Requerimientos

Una vez recopilada toda la información, esta fase se dedica a su análisis sistemático y la consolidación de los requisitos para el prototipo. Los datos cuantitativos de las encuestas se procesan estadísticamente para identificar patrones, mientras que los datos cualitativos de las entrevistas y preguntas abiertas se someten a un análisis de contenido para extraer vulnerabilidades específicas y sugerencias. La triangulación de toda la información (documental, encuestas, entrevistas y taller) permite validar los hallazgos y, crucialmente, establecer y documentar de manera formal los requerimientos funcionales, no funcionales, estructurales y electrónicos que guiarán el diseño del prototipo para su posterior evaluación.

6.7.4. Diseño del Prototipo

Finalmente, con base en los requerimientos detallados y validados obtenidos de las fases anteriores, esta etapa se enfoca en la creación del prototipo. Incluye el desarrollo de un diseño conceptual inicial, seguido de un diseño detallado de los componentes estructurales y electrónicos utilizando herramientas avanzadas como CAD. En esta fase también se realiza la selección de los materiales y componentes más adecuados, buscando soluciones innovadoras que aborden las vulnerabilidades identificadas y maximicen el rendimiento y la durabilidad de la cámara de seguridad para exteriores.

Capitulo IV

7. Resultados

Este capítulo presenta los resultados obtenidos a partir del análisis de la investigación, en función de los objetivos específicos establecidos y en concordancia con la metodología seleccionada y el enfoque se orienta de acuerdo al diseño de un prototipo de cámara de seguridad para exteriores, incorporando mejoras estructurales y electrónicas destinadas a optimizar su rendimiento y durabilidad.

A continuación, se describen los principales resultados de la investigación:

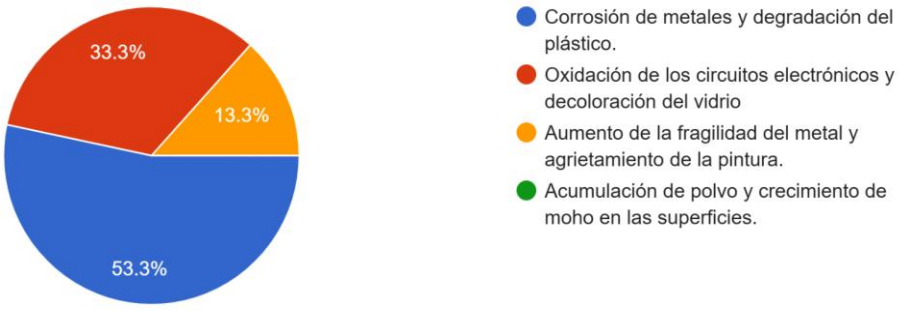
7.1. Resultados del objetivo específico 1. Analizar las vulnerabilidades estructurales y las limitaciones tecnológicas de las cámaras de seguridad para exteriores

7.1.1. Resultado de la encuesta

Para obtener los resultados de este primer objetivo, se procedió a considerar las respuestas de la encuesta aplicada a una muestra representativa, que incluyó a responsables de departamento de IT, especialistas en seguridad y clientes/empresas usuarias de cámaras de seguridad para exteriores.

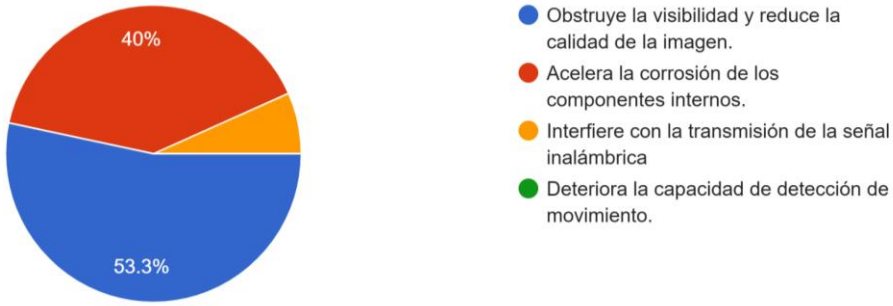
La muestra consideró la equidad de género y un rango de edad de 20 a 58 años, e incluyó la participación de empresas como INSEPRO S.A, Createch Mind, UNICIT y Ak Digital.

Figura 10. *Principal tipo de daño en carcasas de cámaras de seguridad convencionales por exposición al clima y al sol.*



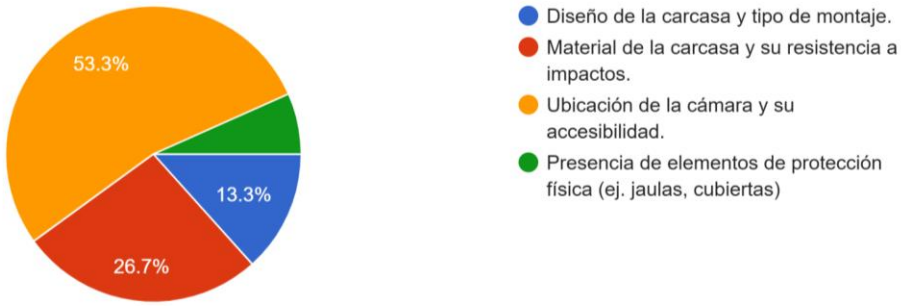
Como se puede observar en la Figura 10, el 53.3% de los encuestados (8) respondió que el principal tipo de daño es la corrosión de metales y la degradación del plástico, mientras que el 33.3% (5) indicó que es la oxidación de los circuitos electrónicos y la decoloración del vidrio. El 13.3% restante (2) cree que es el aumento de la fragilidad del metal y el agrietamiento de la pintura.

Figura 11. *Impacto de la acumulación de suciedad en las cámaras de seguridad para exteriores*



Respecto al impacto de la acumulación de suciedad en las cámaras de seguridad, la Figura 11 revela que el 53.3% de los encuestados (8) considera que obstruye la visibilidad y reduce la calidad de la imagen, el 40.0% (6) opina que acelera la corrosión de los componentes internos, y el 6.7% (1) cree que interfiere con la transmisión de la señal inalámbrica.

Figura 12. *Factores estructurales que influyen en la vulnerabilidad de las cámaras de seguridad para exteriores ante robos o golpes intencionales*



Analizando los factores estructurales que influyen en la vulnerabilidad ante robos o golpes intencionales, la Figura 12 indica que el 53.3% de los encuestados (8) señala la ubicación

de la cámara y su accesibilidad como el factor principal, el 26.7% (4) menciona el material de la carcasa y su resistencia a impactos, el 13.3% (2) indica el diseño de la carcasa y el tipo de montaje, y el 6.7% (1) cree que es la presencia de elementos de protección física.

Figura 13. *Principal limitación reportada en la usabilidad del software de cámaras de seguridad para exteriores.*



En cuanto a la principal limitación en la usabilidad del software, se observa en la Figura 13 que el 40.0% de los encuestados (6) reporta la falta de funciones avanzadas de análisis de video, el 33.3% (5) menciona restricciones en el acceso y control por parte de los usuarios, y el 13.3% (2) señala tanto la interfaz poco intuitiva y las dificultades en la configuración como la incompatibilidad con dispositivos móviles y otros sistemas.

Figura 14. *Factores que contribuyen al sobrecalentamiento de la tarjeta madre y componentes internos en cámaras de seguridad para exteriores.*



Los datos presentados en la Figura 14 muestran que el 40.0% de los encuestados (6) considera que la alta resolución de la imagen y el uso intensivo de funciones contribuyen al sobrecalentamiento, el 26.7% (4) señala la exposición prolongada a la humedad y la lluvia, otro 26.7% (4) menciona las conexiones de red inestables y la pérdida de datos, y el 6.7% (1) cree que son las vibraciones causadas por el viento y otros factores externos.

Figura 15. *"Problemas comunes asociados con las cámaras de seguridad IP."*



Con respecto a los problemas comunes asociados con las cámaras de seguridad IP, la Figura 15 indica que el 40.0% de los encuestados (6) identifica las limitaciones en la calidad de imagen en comparación con las cámaras analógicas, el 33.3% (5) menciona los frecuentes fallos de conectividad y transmisión de datos, y el 26.7% (4) señala la alta vulnerabilidad a daños físicos por vandalismo.

7.1.2. Resultado de entrevista para Especialista en Seguridad y Tecnología

Para esta entrevista, se consultó a un especialista en seguridad electrónica con el fin de obtener la perspectiva de un profesional en el campo. El entrevistado, gerente general de INSEPRO S.A., posee un amplio conocimiento en la configuración, instalación y mantenimiento de cámaras de seguridad.

Durante la entrevista, se exploraron las vulnerabilidades estructurales y las limitaciones tecnológicas inherentes a las cámaras de seguridad para exteriores, tanto en su software como en su hardware. Se hizo especial énfasis en los desafíos reales planteados por las condiciones climáticas y el vandalismo.

El especialista diferenció entre dos tipos de carcasas para exteriores: plásticas y metálicas. Las carcasas plásticas son económicas y tienen una vida útil de entre 2 a 3 años, tendiendo a decolorarse y volverse frágiles con el tiempo, lo que disminuye su resistencia. Por otro lado, las cámaras más costosas, fabricadas en metal, son más resistentes al sol; sin embargo, el metal conduce y transmite la temperatura externa al interior de la cámara, siendo menos aislante que el plástico.

Se identificó que, además del sol, el polvo y la lluvia afectan la lente de la cámara. La acumulación progresiva de polvo reduce la calidad de imagen, y la combinación con la lluvia puede generar lodo, deteriorando el dispositivo. El viento también puede provocar vibraciones en la cámara y afectar su instalación.

Un fenómeno meteorológico de grave impacto son los rayos, que siempre afectarán a las cámaras exteriores. Se sugiere que las cámaras deberían incorporar supresores de picos para absorber descargas de alto voltaje y amperaje. La práctica actual implica el uso de protectores de voltaje tanto en la cámara como en el grabador, aunque estos protectores a veces pueden ser más costosos que la propia cámara.

En cuanto a la protección contra golpes intencionados, se destacó que las cámaras con carcasa metálica son la mejor opción, ya que suelen contar con la certificación ICA 10, que les permite soportar golpes o caídas desde cierta altura y poseen sellos que mejoran la permeabilidad para exteriores. Las cámaras con carcasa plástica, en cambio, carecen de esta certificación y se basan en certificaciones IP (como IP67) que ofrecen protección contra polvo y humedad, siendo la IP67 la más adecuada para condiciones adversas.

Al abordar la manipulabilidad de las cámaras para exteriores en casos de robos o vandalismo, el especialista afirmó que son fácilmente manipulables, especialmente las cámaras tipo bullet, que solo tienen un brazo de soporte, a diferencia de las cámaras tipo domo que están protegidas por una burbuja encapsulada.

Sobre las limitaciones tecnológicas y características adicionales para un uso óptimo, se indicó que, si bien la mayoría de las cámaras son completas, su potencial a menudo no se aprovecha debido al desconocimiento del instalador. Se resaltó la importancia de la notificación

por manipulación en cámaras de mayor costo, que alerta si un objeto obstruye la visión, siendo crucial que los instaladores habiliten esta función, ya que no viene activada de fábrica.

Se identificaron problemas de software, como fallos de conectividad entre la cámara y el grabador, lo que interrumpe la comunicación y congela la imagen. Asimismo, una instalación incorrecta del *firmware* o una actualización mal realizada puede generar problemas adicionales.

Se mencionó la tecnología Coaxitron, que permite manipular la configuración interna de una cámara como si fuera una cámara IP; esta tecnología, creada por Pelco y ahora libre de patente, es utilizada por otras marcas de videovigilancia. Otra tecnología relevante en cámaras exteriores es ColorVu, que permite la reproducción de imágenes en blanco, negro y color durante la noche mediante luz visible, gracias a sensores infrarrojos y luces LED integrados y configurables. No obstante, se destacó que estas adiciones no se aprovechan al máximo debido a la falta de intuitividad en su configuración, sugiriendo que una configuración más sencilla mejoraría su uso.

Finalmente, se afirmó que la calidad del *hardware* impacta la efectividad en la captura de imágenes, con resoluciones en constante aumento que ofrecen mayor nitidez, aunque a un costo más elevado. Un desafío señalado es que la complejidad y la cantidad de componentes en cámaras avanzadas incrementan el consumo de energía y la temperatura del procesador, lo que implica que no siempre es óptimo integrar todas las tecnologías simultáneamente, y la elección de la cámara debe depender del entorno específico.

7.1.3. Resultado de entrevista para Departamentos de IT de Empresas

Para esta entrevista, se conversó con el director de IT de la Universidad Iberoamericana de Ciencia y Tecnología, responsable de la gestión de TI, la supervisión de servidores y equipos electrónicos de la universidad.

Las preguntas se centraron en las vulnerabilidades estructurales y las limitaciones tecnológicas de las cámaras de seguridad para exteriores, tanto en software como en hardware, con énfasis en el impacto de las condiciones climáticas y el vandalismo.

El entrevistado expresó satisfacción con la durabilidad de las cámaras exteriores, señalando que, desde su instalación, no han presentado problemas estructurales. Sin embargo,

el lente de la cámara sí se ha visto afectado por condiciones climáticas adversas, lo que "limita el ángulo de la cámara y la propia visión del lente".

Respecto al vandalismo, se reportaron incidentes de manipulación de dispositivos por parte de individuos en áreas con poca vigilancia. Al consultarle sobre la resistencia y protección de las cámaras para exteriores, el ingeniero indicó que "pueden llegar a ser muy manipulables," aunque esto "depende bastante de la altitud en la que uno las instala".

En relación con el software de las cámaras de seguridad para exteriores, el ingeniero sugirió que la interfaz de cada sistema podría mejorarse, siendo más intuitiva y ofreciendo mayor velocidad en la búsqueda de grabaciones. Añadió que, si bien los programas de videovigilancia cumplen los requisitos de seguridad, el acceso del usuario a las opciones de configuración es muy limitado, restringiéndose solo al administrador.

Finalmente, se mencionó que no se han experimentado problemas con los componentes internos de las cámaras, los cuales se han mantenido intactos, cumpliendo así con los requisitos de seguridad de la institución.

7.2. Resultados del objetivo específico 2: Diseñar un prototipo de cámara de seguridad para exteriores que incorpore mejoras estructurales y electrónicas

Para alcanzar los resultados del objetivo específico número 2, se analizaron las encuestas y las entrevistas aplicadas a responsables de departamento de IT, especialistas en seguridad y clientes/empresas usuarias de cámaras de seguridad para exteriores.

7.2.1. Resultados de las Encuestas

A continuación, se detallan los principales resultados de las preguntas correspondientes a este objetivo:

Figura 16. *Grado de utilidad de la función de detección de movimiento en cámaras de seguridad para áreas clave*



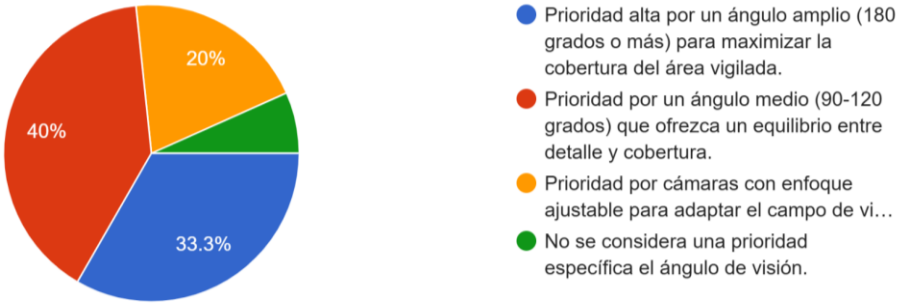
Como se desprende de la Figura 16, el 80.0% de los encuestados (12) considera que la función de detección de movimiento tiene un alto grado de utilidad, ya que optimiza el monitoreo y reduce la necesidad de vigilancia constante, mientras que el 20.0% restante (3) le atribuye un grado de utilidad moderado, viéndola como un beneficio complementario al monitoreo general.

Figura 17. *Importancia de implementar un sistema de notificaciones en tiempo real sobre actividad inusual en cámaras de seguridad.*



La Figura 17 destaca la importancia de las notificaciones en tiempo real, donde el 93.3% de los encuestados (14) evalúa su implementación como de alta importancia, ya que permitiría una respuesta rápida y un monitoreo continuo de la seguridad, mientras que el 6.7% restante (1) lo considera de moderada importancia, viéndolo como un complemento a las funciones de seguridad existentes

Figura 18. *Prioridad al seleccionar el ángulo de visión de las cámaras de seguridad para exteriores.*



En la selección del ángulo de visión, la Figura 18 revela que el 40.0% de los encuestados (6) prioriza un ángulo medio (90-120 grados) que ofrezca un equilibrio entre detalle y cobertura, el 33.3% (5) opta por un ángulo amplio (180 grados o más) para maximizar la cobertura del área vigilada, el 20.0% (3) prefiere cámaras con enfoque ajustable, y el 6.7% (1) no considera el ángulo de visión como una prioridad específica.

Figura 19. *Nivel de importancia de la funcionalidad de visión nocturna en cámaras de seguridad para exteriores.*



Con base en la Figura 19, el 93.3% de los encuestados (14) atribuye alta importancia a la funcionalidad de visión nocturna, considerándola esencial para garantizar la vigilancia continua durante las 24 horas, mientras que el 6.7% restante (1) le asigna una importancia moderada, valorándola como una característica útil pero no indispensable

Figura 20. *Valoración de la necesidad de conectividad de red estable y continua para el funcionamiento óptimo de las cámaras de seguridad para exteriores.*



Los resultados de la Figura 20 indican que el 86.7% de los encuestados (13) valora la conectividad de red estable y continua como de alta importancia, considerándola esencial para garantizar la operatividad y eficacia del sistema de seguridad, mientras que el 13.3% restante (2) le otorga una importancia moderada, aceptando que las interrupciones ocasionales tendrían un impacto tolerable en la seguridad.

Figura 21. *Prioridad otorgada al diseño estético de las cámaras de seguridad para exteriores.*



En lo que respecta al diseño estético, la Figura 21 muestra que el 46.7% de los encuestados (7) prioriza un diseño adaptable que permita integrar las cámaras de forma estética

en diferentes ubicaciones , el 33.3% (5) da alta prioridad a un diseño discreto con cámaras de tamaño pequeño para minimizar su visibilidad , el 13.3% (2) no tiene una prioridad específica por el diseño estético, enfocándose en la funcionalidad y el rendimiento técnico , y el 6.7% (1) prioriza un diseño de alta visibilidad con cámaras de gran tamaño para maximizar su efecto disuasorio.

Figura 22. *Prioridad en la selección del material de fabricación de las carcasas de cámaras de seguridad para exteriores.*



La Figura 22 detalla que el 53.3% de los encuestados (8) asigna alta prioridad a materiales de alta resistencia como la fibra de carbono, el 26.7% (4) prioriza materiales de costo optimizado como el plástico, el 13.3% (2) no tiene una prioridad específica por el material, y el 6.7% (1) prioriza materiales de costo elevado como el metal

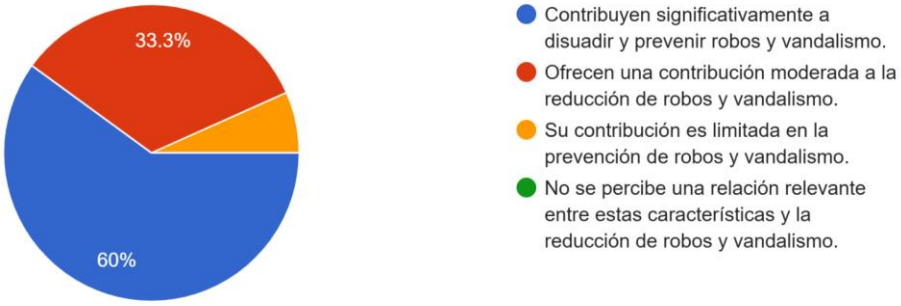
Figura 23. *Percepción sobre la optimización de las características de las cámaras de seguridad para exteriores para necesidades de vigilancia.*



Considerando la optimización de las características para las necesidades de vigilancia, la Figura 23 revela que el 53.3% de los encuestados (8) considera que las opciones son una

solución óptima y completa, el 40.0% (6) opina que son mayormente adecuadas, pero con aspectos mejorables, y el 6.7% (1) no está seguro o no tiene suficiente información para evaluar su optimización.

Figura 24. *Contribución de las características de las cámaras de seguridad a la reducción de robos o actos vandálicos.*



Finalmente, en relación con la contribución a la reducción de robos o actos vandálicos, la Figura 24 muestra que el 60.0% de los encuestados (9) cree que estas características contribuyen significativamente a disuadir y prevenir robos y vandalismo, el 33.3% (5) opina que ofrecen una contribución moderada, y el 6.7% (1) considera que su contribución es limitada.

7.2.2. Resultados de las Entrevistas

Los entrevistados señalaron, la preferencia que tienen por un diseño discreto de la cámara, esto implica la necesidad de considerar factores estéticos y de tamaño en el desarrollo del prototipo, buscando un equilibrio entre funcionalidad y apariencia.

La importancia de un sistema de alimentación robusto y confiable (enfatizada por los especialistas en seguridad) resalta la necesidad de implementar medidas de protección contra sobretensiones, subtensiones y fallos en el suministro eléctrico.

La preferencia de los usuarios por materiales de carcasa resistentes a la intemperie y al vandalismo refuerza la necesidad de seleccionar materiales duraderos y diseñar una estructura que proteja los componentes internos de la cámara.

La sugerencia de un especialista en seguridad sobre la integración con otros sistemas de seguridad ('Sería ideal que la cámara pudiera integrarse con otros sistemas de seguridad...')

destaca la importancia de la interoperabilidad y la conectividad de la cámara.

El comentario de un usuario sobre el acceso remoto a las imágenes ('Me gustaría poder acceder a las imágenes de la cámara desde mi teléfono móvil de forma sencilla') subraya la necesidad de una interfaz de usuario intuitiva y una conectividad confiable.

8. Análisis de Resultados

8.1. Análisis de resultado del objetivo 1: Analizar las vulnerabilidades estructurales y las limitaciones tecnológicas de las cámaras de seguridad para exteriores

8.1.1. Análisis de los Resultados de las Encuestas

La alta incidencia de corrosión y degradación del plástico (53.3%) sugiere una vulnerabilidad significativa de las cámaras de seguridad ante las condiciones climáticas exteriores, lo cual resalta la importancia de seleccionar materiales resistentes para su fabricación. Este hallazgo se complementa con la percepción de los usuarios sobre la calidad de imagen, donde el 26.7% la considera regular y el 13.3% mala, lo que podría estar relacionado con el deterioro de los componentes ópticos por la exposición al ambiente.

La marcada preferencia por la detección de movimiento (80.0% con alta utilidad) subraya la necesidad de implementar esta función en el prototipo para optimizar la eficiencia del monitoreo. La alta utilidad de esta función refleja la búsqueda de los usuarios por sistemas que automaticen la vigilancia y reduzcan la carga de trabajo del personal de seguridad.

El alto grado de utilidad otorgado a las notificaciones en tiempo real (53.3% alto, 40.0% medio) enfatiza la importancia de la conectividad y la capacidad de respuesta inmediata del sistema de seguridad. Sin embargo, el hecho de que el 46.7% de los encuestados reportara problemas de conectividad sugiere que este es un área crítica que requiere mejoras.

A pesar de que el 73.3% de los encuestados considera que las cámaras de seguridad son útiles para reducir los robos y el vandalismo, el 20% lo considera regular y el 6.7% inútil, lo que indica que aún existen deficiencias en el desempeño de las cámaras que limitan su efectividad.

8.1.2. Análisis de los Resultados de las Entrevistas

Las entrevistas con los responsables de IT, especialistas en seguridad y usuarios de cámaras de seguridad para exteriores confirmaron la relevancia de las vulnerabilidades estructurales y las limitaciones tecnológicas en el desempeño de las cámaras. Los entrevistados coincidieron en que las condiciones climatológicas adversas son un factor clave que influye en la durabilidad y el rendimiento de las cámaras, lo cual respalda los resultados de las encuestas sobre la corrosión y la degradación de los materiales.

Los problemas de conectividad y el sobrecalentamiento de los componentes, mencionados por los entrevistados, corroboran las limitaciones tecnológicas identificadas en las encuestas y señalan la necesidad de mejoras en el diseño electrónico y el software de las cámaras.

"La preocupación de un especialista en seguridad sobre la manipulación física de las cámaras ('Las cámaras actuales son muy susceptibles a la manipulación física...') resalta la importancia de considerar la seguridad física del dispositivo en el diseño del prototipo.

El comentario de un usuario sobre la calidad de imagen borrosa ('A veces la imagen se ve borrosa y no se puede identificar bien a las personas...') refuerza la necesidad de mejorar la resolución y la claridad de las imágenes captadas por las cámaras, especialmente en condiciones de poca luz.

8.1.3. Integración de Resultados de Encuestas y Entrevistas

Los resultados de las encuestas y las entrevistas convergen en señalar las vulnerabilidades de las cámaras de seguridad ante las condiciones climáticas adversas, evidenciadas por la alta incidencia de corrosión, degradación del plástico y oxidación (53.3% en las encuestas) y los comentarios de los entrevistados sobre el deterioro de los materiales.

La importancia de la conectividad y las funciones de detección de movimiento y notificaciones en tiempo real se destaca tanto en las respuestas de los encuestados (80.0% y 53.3% de alta utilidad, respectivamente) como en las opiniones de los entrevistados sobre la necesidad de sistemas eficientes y fáciles de usar.

Las entrevistas aportaron información valiosa sobre problemas específicos como el sobrecalentamiento de los componentes, los desafíos relacionados con la usabilidad del software y la susceptibilidad a la manipulación física, complementando los datos cuantitativos

de las encuestas y proporcionando un contexto más profundo sobre las limitaciones de las cámaras de seguridad.

8.2. Análisis del resultado objetivo 2: Diseñar un prototipo de cámara de seguridad para exteriores que incorpore mejoras estructurales y electrónicas

8.2.1. Análisis de los Resultados de las Encuestas

La alta valoración de la función de detección de movimiento (80.0%) respalda su inclusión en el diseño del prototipo, ya que se percibe como un componente esencial para optimizar el monitoreo (como se mencionó en el análisis del Objetivo 1). Esta preferencia se refleja en la respuesta a la pregunta 7, donde el 80.0% de los encuestados (12) la considera importante.

La función de visión nocturna (73.3%) y la conectividad WiFi (66.7%) también se consideran componentes importantes, lo que sugiere la necesidad de incorporar estas características para mejorar la funcionalidad y la flexibilidad de la cámara. Las preguntas 8 y 9 muestran que el 73.3% (11) y el 66.7% (10) de los encuestados, respectivamente, valoran estas funciones.

La preferencia por la conectividad Ethernet (60.0%) indica que, si bien la conectividad inalámbrica es importante, también se valora la estabilidad y el ancho de banda que proporciona la conexión cableada. Este resultado (pregunta 10) muestra que el 60.0% (9) de los encuestados la considera importante

Las funciones de audio bidireccional (53.3%), reconocimiento facial (46.7%) y almacenamiento en la nube (40.0%) obtuvieron una valoración menor, lo que sugiere que, si bien pueden ser útiles, no se consideran tan esenciales como las funciones básicas de vigilancia. Las preguntas 11, 12 y 13 reflejan estas preferencias.

La importancia de un ángulo de visión amplio (66.7%) y un diseño discreto (53.3%) se destaca en las respuestas a las preguntas 14 y 15, lo que sugiere la necesidad de considerar estos aspectos en el diseño estético y funcional de la cámara.

La facilidad de instalación y configuración (46.7%) y el bajo consumo de energía (40.0%) también se mencionan como factores importantes, lo que indica la necesidad de diseñar una cámara que sea fácil de usar y eficiente energéticamente.

8.2.2. Análisis de los Resultados de las Entrevistas

La preferencia por un diseño discreto de la cámara (mencionada en las entrevistas) implica la necesidad de considerar factores estéticos y de tamaño en el desarrollo del prototipo, buscando un equilibrio entre funcionalidad y apariencia. Esta opinión se alinea con la respuesta de los encuestado donde el 53.3% prefiere un diseño de cámara discreto para evitar llamar la atención.

La importancia de un sistema de alimentación robusto y confiable (enfatizada por los especialistas en seguridad) resalta la necesidad de implementar medidas de protección contra sobretensiones, subtensiones y fallos en el suministro eléctrico, lo cual complementa la necesidad de los encuestados por una cámara de bajo consumo para prolongar su vida útil (40.0%).

La preferencia de los usuarios por materiales de carcasa resistentes a la intemperie y al vandalismo refuerza la necesidad de seleccionar materiales duraderos y diseñar una estructura que proteja los componentes internos de la cámara, lo cual se relaciona con los resultados del Objetivo 1 sobre la vulnerabilidad de las cámaras ante las condiciones climáticas.

La sugerencia de un especialista en seguridad sobre la integración con otros sistemas de seguridad ('Sería ideal que la cámara pudiera integrarse con otros sistemas de seguridad...') destaca la importancia de la interoperabilidad y la conectividad de la cámara.

El comentario de un usuario sobre el acceso remoto a las imágenes ('Me gustaría poder acceder a las imágenes de la cámara desde mi teléfono móvil de forma sencilla') subraya la necesidad de una interfaz de usuario intuitiva y una conectividad confiable.

8.3. Desarrollo del prototipo de la cámara de seguridad para exteriores

El diseño del prototipo de la cámara de seguridad surge como respuesta a las necesidades identificadas a través del análisis de encuestas, entrevistas aplicadas a especialistas y usuarios, y a la revisión de documentos relacionados con tecnologías de videovigilancia. A partir de este análisis, se definieron los componentes del prototipo, las características clave como la facilidad de uso, la calidad de imagen, la conectividad remota y la integración con dispositivos móviles.

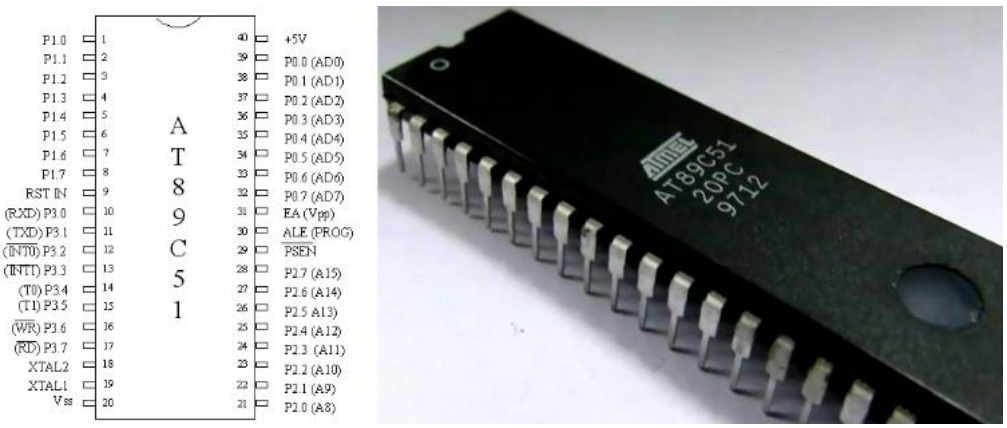
8.3.1. Componentes de la cámara

Después de un análisis detallado de las vulnerabilidades que aquejan a las cámaras de seguridad convencionales, tanto en su estructura como en sus capacidades tecnológicas, se seleccionaron los componentes que mejor se adaptarían al diseño. Este proceso buscó un equilibrio entre rendimiento, durabilidad y viabilidad económica.

Durante las primeras etapas, la atención se centró en el microcontrolador AT89C051, mostrado en la **Figura 25.** En un principio, la decisión era acertada ya que se trataba de un chip de bajo costo y relativamente sencillo de implementar. Su arquitectura era algo anticuada, y su memoria limitada de 4KB parecían suficientes para las funciones básicas que se tenían pensadas.

Sin embargo, se determinó que esta opción resultaría insuficiente en términos de potencia. El AT89C051 no cumplía con las exigencias de un sistema de videovigilancia moderno, ya que procesar video en tiempo real y establecer una conexión a internet robusta, ya sea por WiFi o cable, requeriría una cantidad excesiva de componentes adicionales, lo que complicaría el diseño y aumentaría los costos considerablemente.

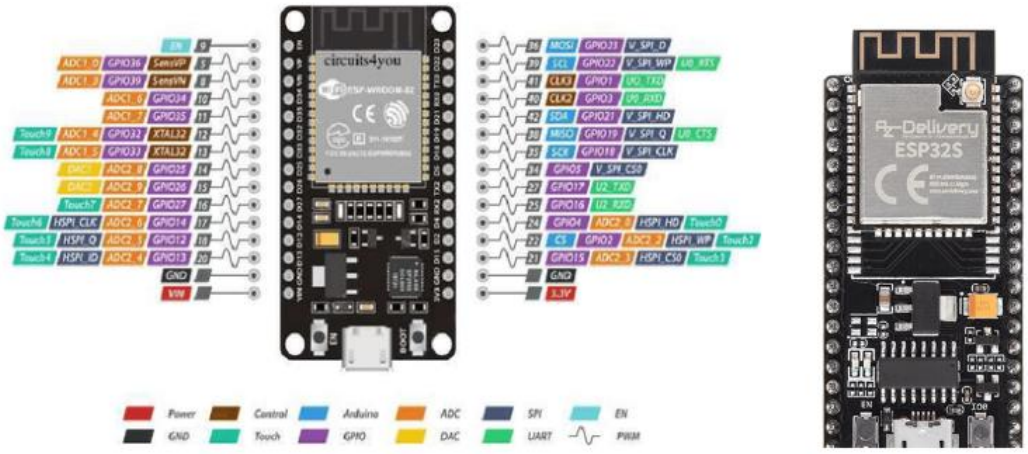
Figura 25. *Pines de un Microcontrolador AT8C51*



Ante esta problemática, surgió la necesidad de explorar alternativas más robustas, microcontroladores que ofrecieran un mayor rendimiento y un conjunto de características más amplias. Fue así como se descubrió el ESP32, detallado en la **Figura 26.** Este chip representó un salto cualitativo significativo al integrar en un solo encapsulado conectividad WiFi y Bluetooth, lo que simplifico enormemente el diseño al eliminar la necesidad de chips y circuitos adicionales.

Su procesador de doble núcleo abrió la puerta a una arquitectura más eficiente, donde un núcleo podía dedicarse al procesamiento de video y el otro a la comunicación. Además, la gran cantidad de interfaces disponibles brindaba la flexibilidad de expandir las funcionalidades de la cámara en el futuro, añadiendo sensores y otras capacidades sin mayores complicaciones.

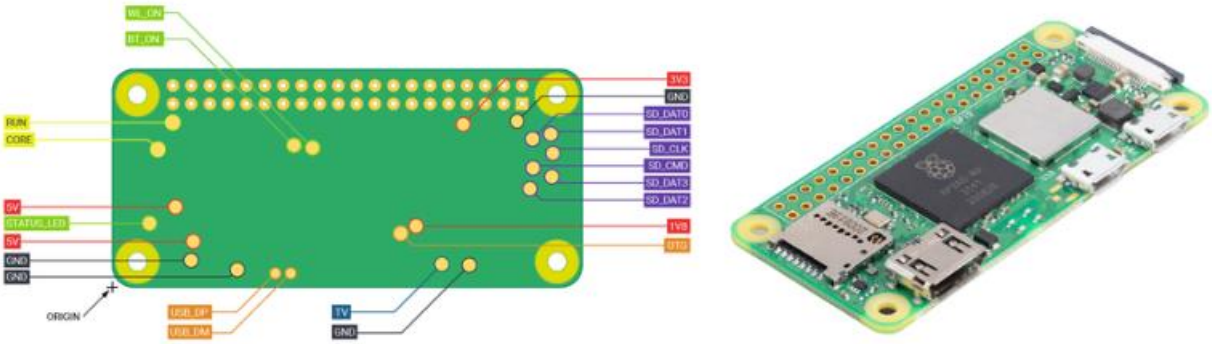
Figura 26. *Pines de un Microcontrolador ESP32*



Sin embargo, a medida que el prototipo avanzaba y se necesitaba de funcionalidades más ambiciosas, como la detección y el reconocimiento de objetos o personas mediante técnicas de visión por computadora, se identificó la necesidad de incorporar un microcontrolador de mayor capacidad, capaz de ejecutar algoritmos complejos y gestionar grandes volúmenes de datos de video.

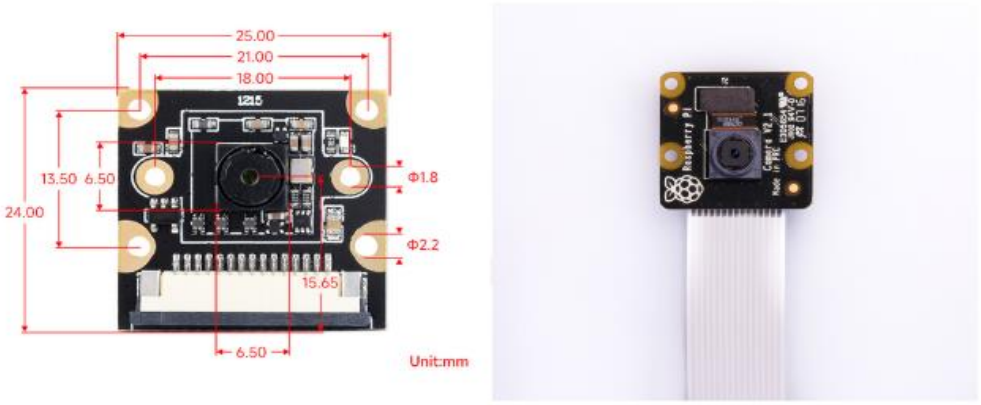
Fue entonces cuando el Raspberry Pi Zero 2 W se convirtió en el microcontrolador más apropiado, como se ilustra en la **Figura 27.** Este pequeño dispositivo alberga un procesador de cuatro núcleos ARM Cortex-A53. Además, al igual que el ESP32, integra WiFi y Bluetooth, lo que simplifica la conectividad. El Raspberry Pi Zero 2 W está perfectamente capacitado para manejar el procesamiento de video en tiempo real y el análisis de imágenes, tareas cruciales para una cámara de seguridad inteligente. A pesar de su potencia, su costo se mantuvo dentro de un rango razonable, ofreciendo una excelente relación calidad-precio.

Figura 27. *RASPBERRY PI ZERO 2 W*



La elección del Raspberry Pi Zero 2 W, llevó a seleccionar cuidadosamente otros componentes complementarios para maximizar la eficiencia y la funcionalidad de la cámara. Se optó por una Cámara Raspberry Pi Noir (Módulo IMX219) a como se puede observar en la **Figura 28,** debido a su capacidad de visión nocturna. Su sensibilidad a la luz infrarroja, al carecer de filtro IR, permite capturar imágenes claras incluso en la oscuridad total, una característica indispensable para la vigilancia las 24 horas del día.

Figura 28. *Cámara Raspberry PI NOIR*



La integración de la cámara se realizó a través del puerto CSI (Camera Serial Interface), garantizando una transmisión de video de alta velocidad y baja latencia. Para asegurar una conexión a internet lo más estable y rápida posible, se incluyó un Adaptador USB a Ethernet. Si bien el Raspberry Pi Zero 2 W tiene WiFi integrado, una conexión cableada ofrece mayor

confiabilidad y ancho de banda, factores críticos para la transmisión de video de alta calidad y la estabilidad del sistema; este adaptador se conecta al puerto USB OTG (USB On-The-Go) del Raspberry Pi Zero 2 W.

Un sistema tan potente y con múltiples componentes conectados requería una fuente de alimentación robusta, por lo que se eligió una Fuente de Alimentación de 5V y 2A para asegurar que el Raspberry Pi Zero 2 W y todos los componentes conectados recibieran la energía necesaria para funcionar de manera óptima y evitar inestabilidades por falta de corriente.

Para dotar a la cámara de la capacidad de detectar movimiento, se incorporaron dos Sensores PIR (Passive Infrared), como se muestra en la **Figura 29**; este sensor se conecta a los pines GPIO (General Purpose Input/Output) del Raspberry Pi Zero 2 W, permitiendo detectar la presencia de objetos que emiten calor (como personas o animales) y programar una respuesta de la cámara ante la detección de actividad. Finalmente, para complementar y potenciar la visión nocturna de la cámara Pi Noir, se añadieron LEDs IR, cuya disposición se puede apreciar en la **Figura 30.**

Figura 29. *Sensor PIR*



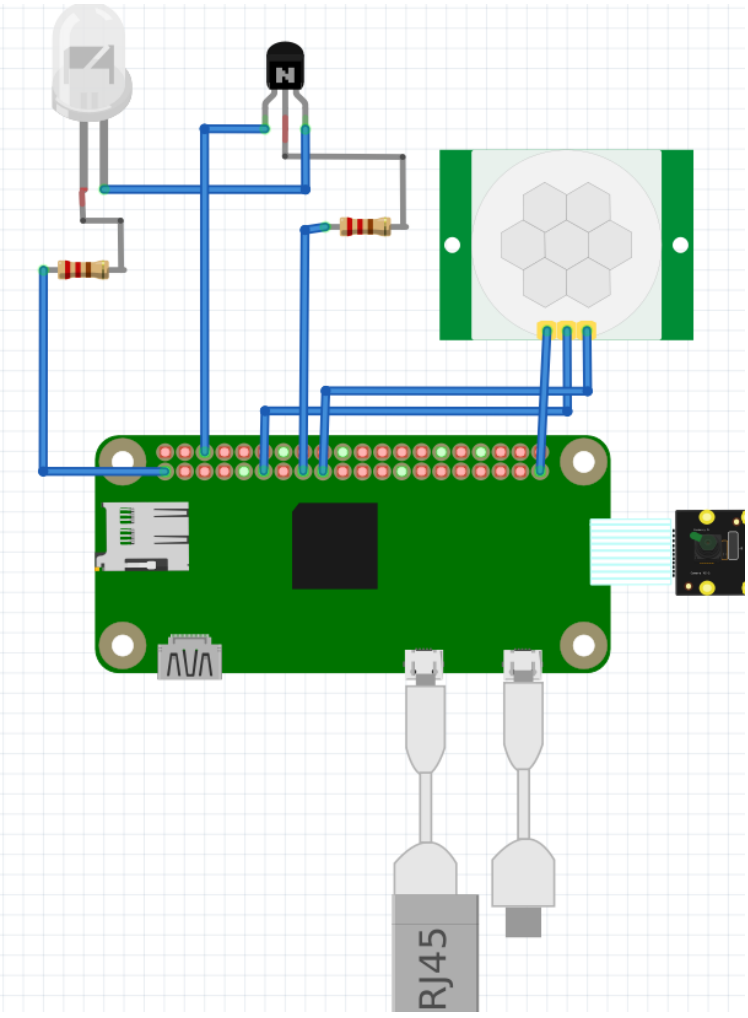
Figura 30. *Sensor IR*



Estos LEDs, conectados en serie con resistencias adecuadas para limitar la corriente, se controlaron mediante un MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor), que a su vez se conectó a un pin GPIO del Raspberry Pi Zero 2 W. Este circuito permitió encender y apagar los LEDs según las necesidades de iluminación del entorno, asegurando una visibilidad óptima en condiciones de baja o nula luz.

Una vez seleccionados los componentes, el siguiente paso necesario fue el diseño y la implementación del circuitado que interconecta todos los componentes y periféricos a la Raspberry Pi Zero 2 W. Este esquema, que detalla las conexiones específicas de los pines GPIO para el sensor PIR, el LED infrarrojo con su MOSFET de control, así como las conexiones de la cámara al puerto CSI y el adaptador Ethernet al puerto USB, se representó con precisión en la **Figura 31.** La elaboración en el software Fritzing facilitó su comprensión y replicación.

Figura 31. *Circuito para el Prototipo de la Cámara*



La Raspberry Pi Zero 2 W destaca por su capacidad de procesamiento sin un consumo excesivo. En estado de reposo, su demanda de corriente se sitúa en aproximadamente 80-100 mA, teniendo como potencia de 0.4 W a 0.5 W. Cuando el sistema se encuentra bajo carga, con

el Wi-Fi activo y realizando tareas de procesamiento intensivo, su consumo asciende a rangos de 250-400 mA, equivalentes a 1.25 a 2.0 W.

El módulo de cámara Raspberry Pi Noir durante su operación activa, ya sea en vista previa o grabando, el módulo demanda entre 100 y 150 mA, lo que representa entre 0.5 y 0.75 W. Los dos sensores PIR en reposo, cada sensor consume menos de 65 µA, mientras que, al activarse momentáneamente, su consumo se eleva mínimamente a cerca de 1 mA por unidad.

Al incorporar todos estos componentes, se estima que el consumo total máximo previsto para el sistema, en un contexto de alta demanda donde la Raspberry Pi se encuentra bajo carga, la cámara está activa, los sensores PIR están detectando y los LEDs IR están encendidos, se aproxima a los 580 mA, lo que equivale a cerca de 2.9 W. Este valor evidencia que el sistema funciona con una eficiencia significativa, manteniéndose cómodamente dentro de las capacidades del dispositivo de alimentación de 5V y 2A. Este margen garantiza un funcionamiento estable y fiable, previniendo inestabilidades y mejorando la administración energética del aparato.

8.3.2. Material de la Carcasa

Para la propuesta del prototipo, se investigaron diversos materiales para su construcción, considerando factores como el costo, la resistencia a la intemperie, la durabilidad y el peso.

Desde del inicio de la investigación, la fibra de carbono fue considerada como una opción altamente atractiva debido a su sobresaliente relación entre resistencia y ligereza, cualidades fundamentales para aplicaciones en las que la durabilidad y la reducción de peso resultan esenciales. Aunque su implementación conlleva algunos retos técnicos, la superioridad del material en estos aspectos esenciales respaldó sólidamente su selección como componente principal en el diseño del prototipo.

Para optimizar el presupuesto del prototipo, se adoptó un enfoque de diseño inteligente, utilizando fibra de carbono de manera estratégica solo en las áreas donde su resistencia superior es esencial. Se exploraron procesos de fabricación que minimizan el desperdicio de material y

se consideraron técnicas de construcción híbridas si fuera necesario para mantener la viabilidad económica sin comprometer la calidad.

La fibra de carbono es conductora de la electricidad, lo que supone un riesgo significativo de cortocircuitos si entra en contacto directo con los componentes electrónicos. Para mitigar este riesgo, se planteó la aplicación de un recubrimiento aislante en el interior de la carcasa y se diseñó un sistema de montaje que aísla física y eléctricamente todos los componentes electrónicos de la estructura de fibra de carbono. Se utilizaron espaciadores y fijaciones no conductivas para asegurar que no hubiera contacto directo.

El elemento conductivo de la fibra de carbono puede interferir y atenuar significativamente las señales de WiFi y Bluetooth. Dado que el Raspberry Pi Zero 2 W integra ambas conectividades, este desafío fue crucial. La solución adoptada fue el diseño de una "ventana de RF": una sección específica de la carcasa fabricada con un material transparente a las señales inalámbricas (como un polímero dieléctrico) y ubicada estratégicamente para optimizar la transmisión y recepción de las antenas integradas del Raspberry Pi Zero 2 W, asegurando una conectividad robusta.

Si bien la fibra de carbono es extremadamente resistente a la tensión y a la fatiga, puede ser frágil ante impactos puntuales y concentrados. Para mitigar este riesgo, se reforzaron las áreas críticas de la carcasa con capas adicionales de fibra o resina, y se optó por un diseño con formas curvas y geometrías que distribuyen mejor la fuerza de los golpes, reduciendo la probabilidad de fractura por impacto directo.

Este enfoque en el diseño de la carcasa no solo aseguró la protección de los componentes internos, sino que también posicionó al prototipó con una estética superior y una durabilidad mejorada, diferenciándola de las soluciones convencionales en el mercado.

8.3.3. Diseño de Planos y Estructura de la Carcasa

Con los componentes elegidos y la definición del material de la carcasa, el siguiente paso esencial fue la realización de planos del prototipo de cámara. Para este propósito, se utilizó de manera estratégica el software AutoCAD, una herramienta apta en diseño asistido por computadora (CAD) que proporcionó la precisión necesaria para la ingeniería de la carcasa.

El proceso de diseño en AutoCAD se inició con una fase de análisis y modelado detallado de las dimensiones de cada componente interno seleccionado. Esto incluyó la Raspberry Pi Zero 2 W, el módulo de cámara Pi Noir, el adaptador USB a Ethernet, el sensor PIR, así como la placa de circuito para los LEDs IR y el MOSFET, y el espacio requerido para todo el cableado y las conexiones.

Cada componente fue medido con exactitud y modelado virtualmente en 2D para asegurar que el diseño de la carcasa no solo los albergara de forma segura y sin elementos innecesarios, sino que también optimizara el espacio interno y garantizara una ventilación adecuada para evitar el sobrecalentamiento, un aspecto vital para la durabilidad del sistema. Se crearon varios planos, incluyendo vistas isométricas y ortográficas, para visualizar y validar la disposición interna.

Figura 32. *Dimensiones Raspberry Noir*

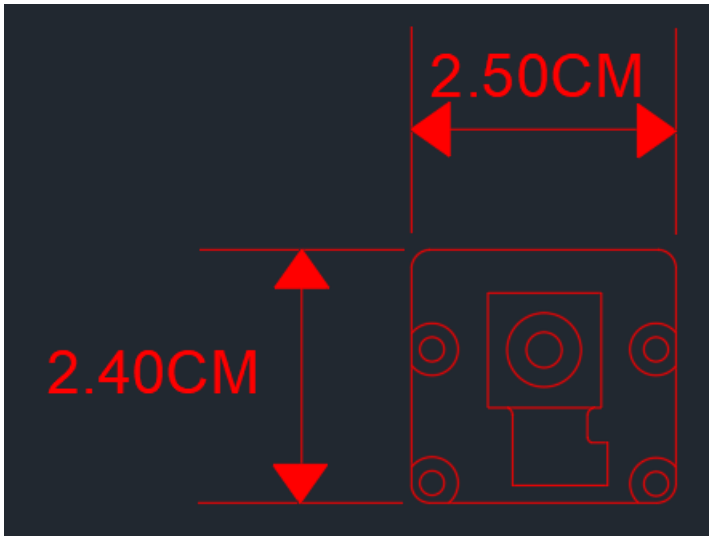


Figura 33. *Dimensiones Raspberry PI Zero 2 W*

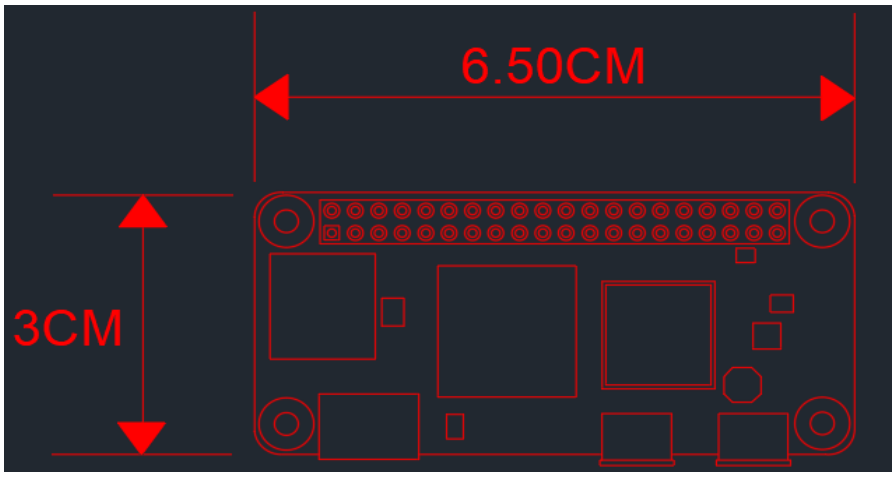
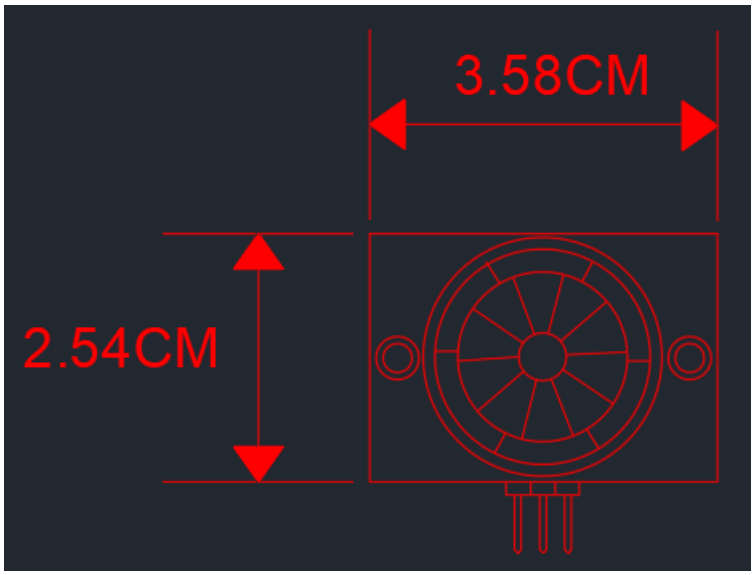
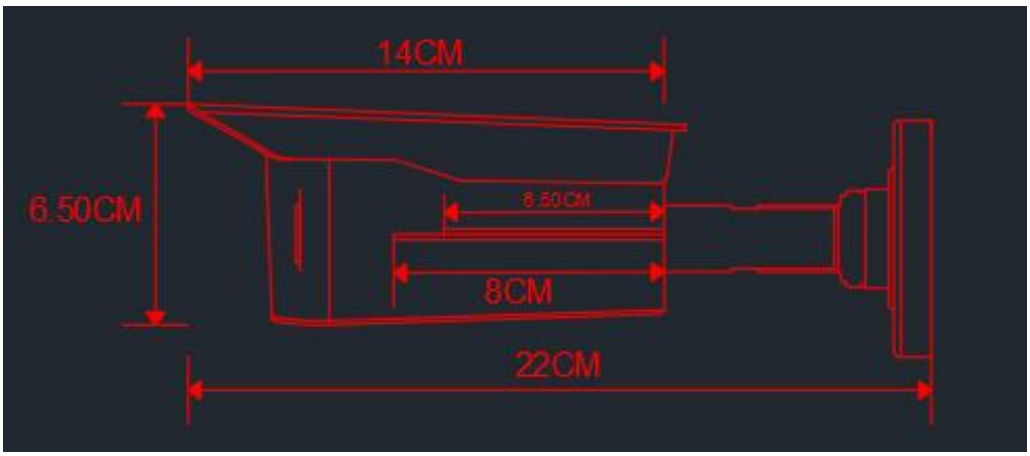


Figura 34. *Dimensiones Sensor PIR*



La inspiración estética y funcional para el diseño provino directamente de las cámaras de seguridad tipo "bullet" existentes en el mercado. Estas cámaras se caracterizan por su forma cilíndrica o tubular alargada, que no solo otorga una apariencia robusta y discreta, sino que también proporciona una excelente resistencia a las adversidades del tiempo y una fácil orientación hacia el área de vigilancia.

Figura 35. *Dimensiones Prototipo de Cámara*



Los planos de AutoCAD detallan con precisión los puntos de montaje internos para cada componente, las aberturas específicas para la lente de la cámara, las ventanas del sensor

PIR, los conectores externos (como el puerto Ethernet y la entrada de alimentación), y las características especiales para la “ventana de RF” necesaria en la carcasa de fibra de carbono para la correcta transmisión de las señales inalámbricas.

Figura 36. *Partes Internas del Prototipo de Cámara.*

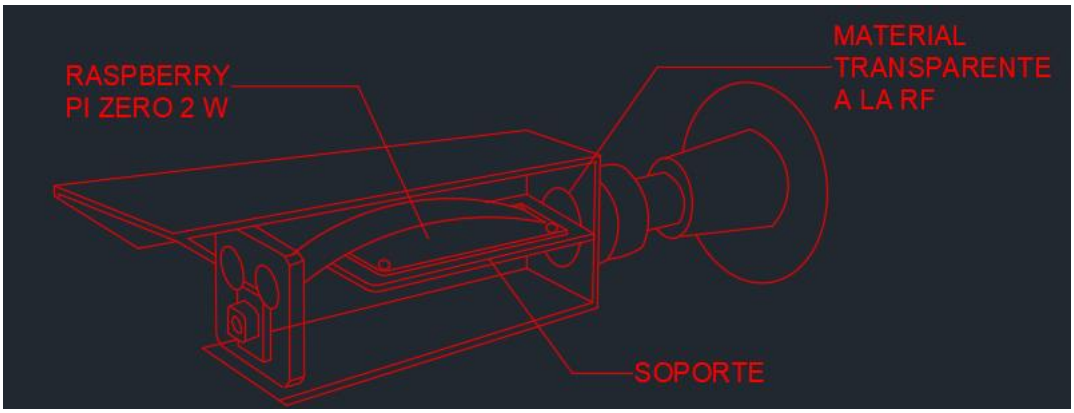
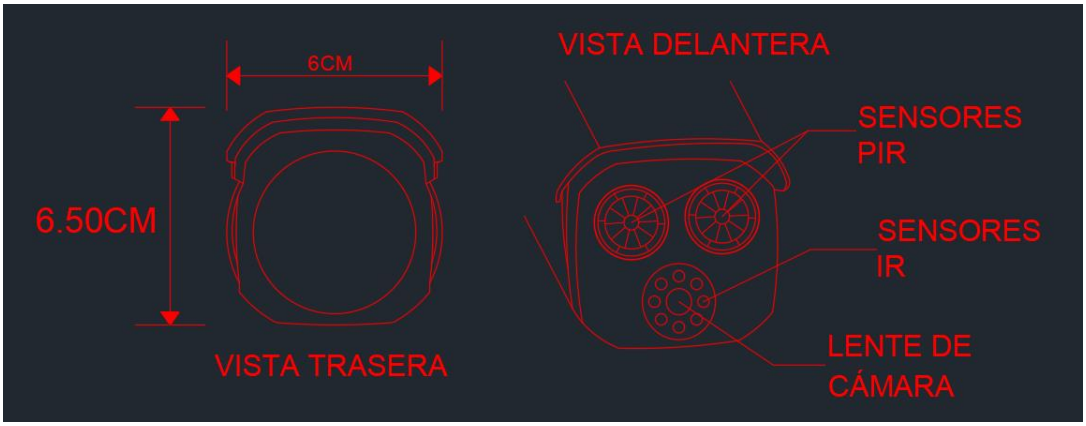


Figura 37. *Parte Delantera y Trasera del Prototipo de Cámara*



8.3.4. Desarrollo del Software

La elección de la Raspberry Pi Zero 2 W para el núcleo de procesamiento ayudó a adoptar un entorno operativo basado en Linux y, consecuentemente, el lenguaje de programación Python. Python se destacó como la opción necesaria debido a su excepcional

versatilidad, su sintaxis limpia y la vasta cantidad de librerías disponibles que lo hacen idóneo para tareas complejas como la visión por computadora y el control de hardware de bajo nivel.

- **Rasberry Pi Os (32 Bits)**

Inicialmente, la estrategia de software se centró en Raspberry Pi OS, una distribución Debian optimizada para la Raspberry Pi, reconocida por su estabilidad y su comunidad de soporte. Primero se instaló el sistema operativo mediante su programa oficial como se puede observar en la **Figura 38** y **Figura 39**.

Figura 38. *Flasheo Raspberry PI OS 32 Bits en MicroSD*

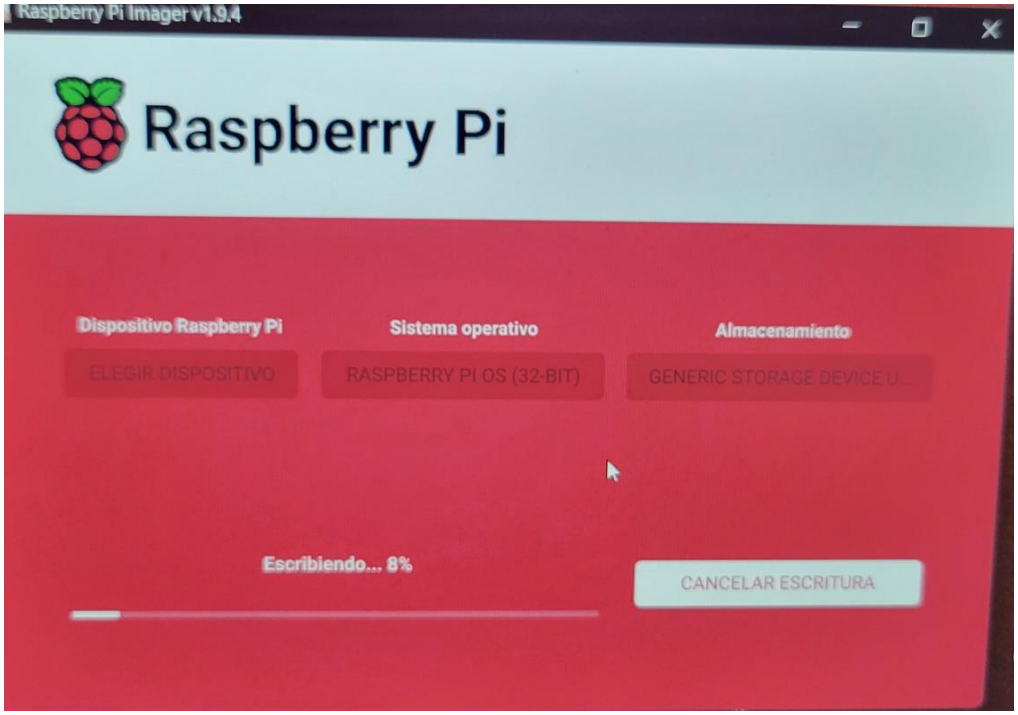
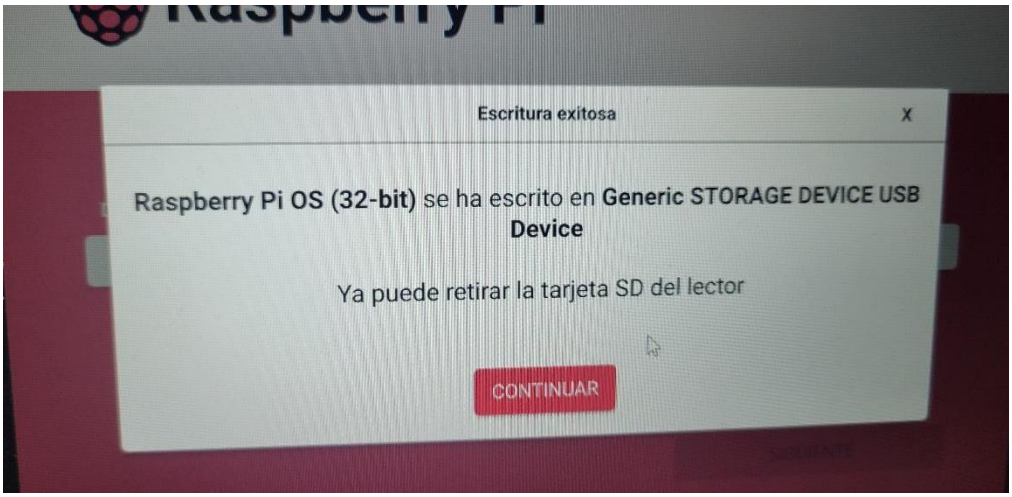


Figura 39. *Flasheo Completado*



El desarrollo tendría que haber funcionado a través de un script principal en Python que haría correr las diversas funcionalidades. Los componentes clave del software que se planificaron para integrar en esta etapa eran los siguientes, cada uno con un rol específico en la visión integral del proyecto:

picamera2: Esta librería fue seleccionada como la interfaz principal y moderna para el módulo de cámara Raspberry Pi (Pi NoIR). Su propósito es gestionar la captura eficiente de secuencias de video e imágenes, aprovechando al máximo las capacidades del hardware de la cámara.

Flask: Para dotar al sistema de una capacidad de visualización remota y control, se previó el uso de Flask. Este micro-framework de desarrollo web permitiría crear un servidor web ligero en la Raspberry Pi, facilitando el streaming de video en tiempo real a un navegador web.

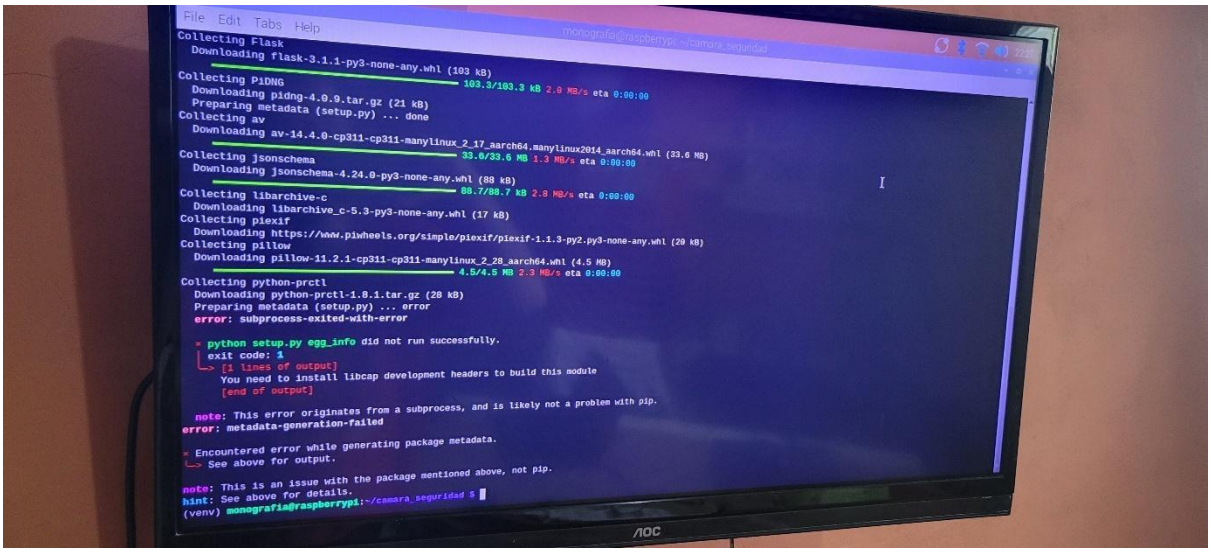
OpenCV (Open Source Computer Vision Library): Esta librería es considerada esencial para el procesamiento de imágenes y video. Su inclusión era fundamental no solo para la manipulación básica de los cuadros de video (como la adición de texto, marcas de tiempo o formas superpuestas), sino, crucialmente, para la base de futuras funcionalidades de detección y reconocimiento de objetos, lo que elevaba significativamente el nivel de inteligencia del sistema de vigilancia.

Numpy: Como complemento indispensable de OpenCV, la librería NumPy se incorporaría para el manejo eficiente de datos numéricos y estructuras de matrices. Su optimización para operaciones matemáticas complejas es vital cuando se trabaja con grandes volúmenes de datos de imagen.

Rpi.GPIO: Para la interacción directa con los pines de propósito general de entrada/salida (GPIO) de la Raspberry Pi, se planificó el uso de Rpi.GPIO. Esta librería sería necesaria para el control del LED indicador (que podría señalar el estado del sistema o una detección) y, de vital importancia, para la lectura del estado del sensor PIR (Detección de Movimiento).

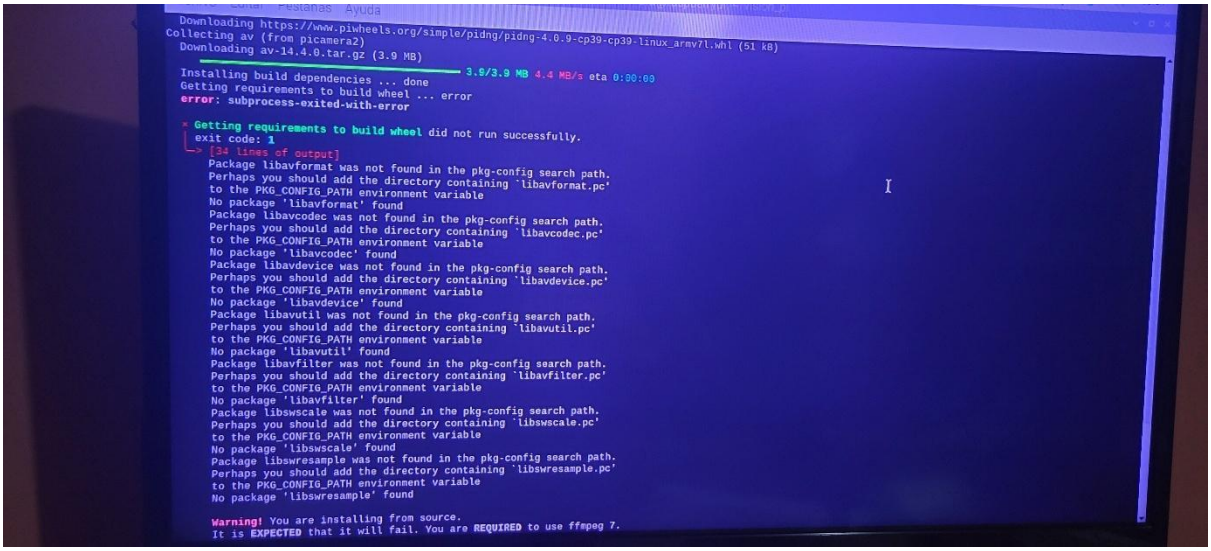
Sin embargo, durante la fase de implementación inicial, específicamente al intentar configurar el entorno de desarrollo y las dependencias, se encontró un obstáculo significativo y persistente. La instalación de la librería opencv-python a través del gestor de paquetes pip resultó en un error recurrente que detuvo el progreso: ERROR: subprocess-exited-with-error. Este tipo de error, lamentablemente común en entornos con dependencias complejas, indicaba que el proceso de compilación de la librería no se completaba con éxito. Un ejemplo típico de este mensaje de error, que se presentó en múltiples ocasiones y bajo diferentes intentos, se muestra en la **Figura 40**.

Figura 40. *Error de Instalación de Librería OpenCV*



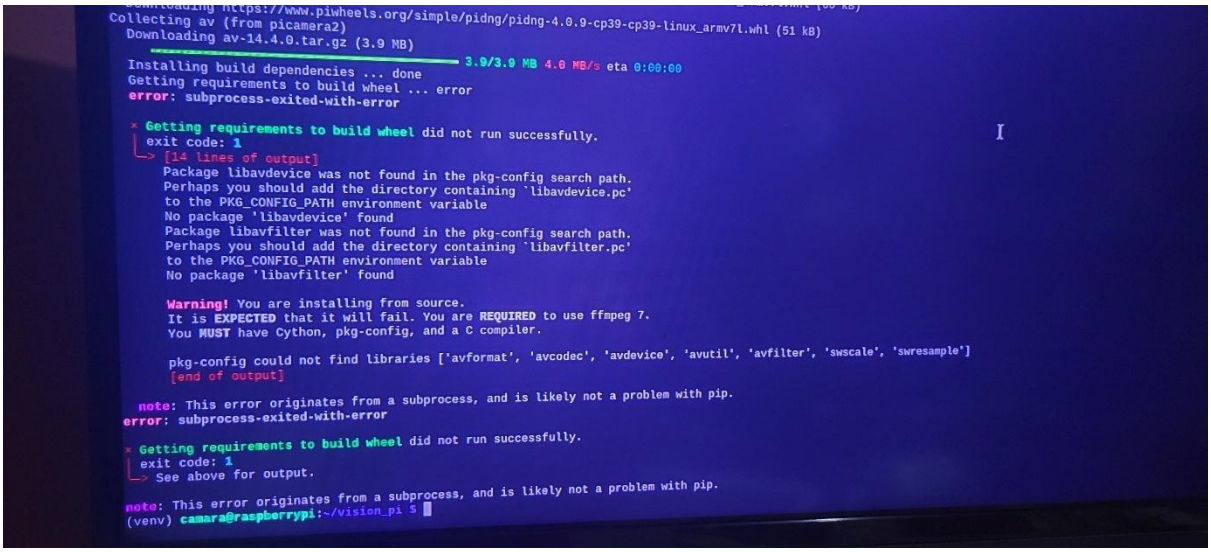
El mensaje de error proporcionaba detalles cruciales, señalando que "Getting requirements to build wheel did not run successfully. exit code: 1" y, más específicamente, la ausencia de paquetes de desarrollo fundamentales como libavdevice, libavfilter, entre otros. Además, se detallaba la incapacidad de pkg-config para encontrar librerías como avformat, avcodec, swscale, las cuales están íntimamente relacionadas con la suite de herramientas multimedia FFmpeg, vital para el manejo de video en OpenCV.

Figura 41. *Error de Instalación de Librerias.*



La fase de depuración y solución de este problema se extendió considerablemente, consumiendo una parte significativa del tiempo de desarrollo inicial. Se realizaron múltiples intentos para solucionar el inconveniente como por ejmplo la instalación manual y repetida de las dependencias del sistema mencionadas en los mensajes de error. Esto incluyó comandos para instalar paquetes como build-essential, cmake, pkg-config, libjpeg-dev (para el soporte de imágenes JPEG), libavcodec-dev, libavformat-dev, libswscale-dev (todos parte de Ffmpeg para el manejo de codecs de video), entre muchas otras librerías de desarrollo que se sospechaba podrían ser la causa.

Figura 42. *Error de Instalación de Paquetes.*



A pesar de los esfuerzos rigurosos, la consulta de foros especializados y documentación técnica, el problema de compilación persistió. La complejidad de las interdependencias entre opencv-python y las versiones específicas de las librerías de sistema requeridas por Raspberry Pi OS en ese momento demostró ser un obstáculo complicado de superar, lo que obligó a una reevaluación de la estrategia de implementación del software para el procesamiento de video y la detección de movimiento.

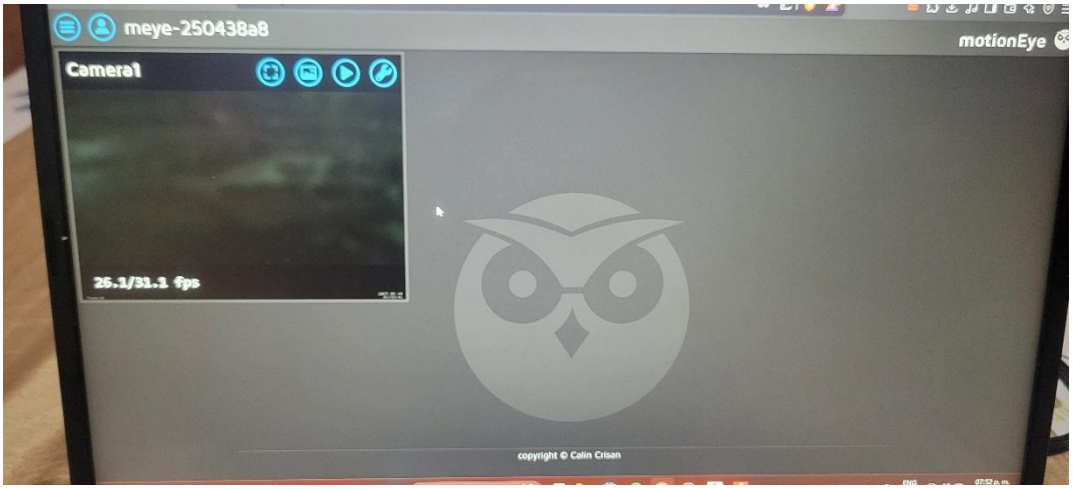
- **MotionEyeOs**

Ante las dificultades encontradas en la fase de desarrollo del software principal, se procedió buscar una alternativa provisional. El fin era avanzar con las funcionalidades básicas de la cámara y validar la viabilidad del concepto de videovigilancia, mientras se investigaban soluciones más profundas para el problema de las dependencias. Fue así que se llegó al sistema operativo de MotionEyeOS.

MotionEyeOS fue una opción viable debido a su modo de solución pre-construida y altamente optimizada para tareas de videovigilancia y streaming. Su principal atractivo se encontraba en su interfaz web intuitiva y sencilla, la cual permitía una configuración ágil de la cámara, la gestión del video y la implementación básica de la detección de movimiento. La

interfaz principal de MotionEyeOS, que facilitó la configuración y el monitoreo inicial, se puede observar en la **Figura 43.**

Figura 43. *Interfaz MotioneyeOS*



El proceso de simplemente flashear la imagen del sistema operativo en la tarjeta SD de la Raspberry Pi y arrancar el dispositivo, permitió tener una cámara funcional y accesible en la red en cuestión de minutos.

Figura 44. *Flasheo MotioneyeOS*

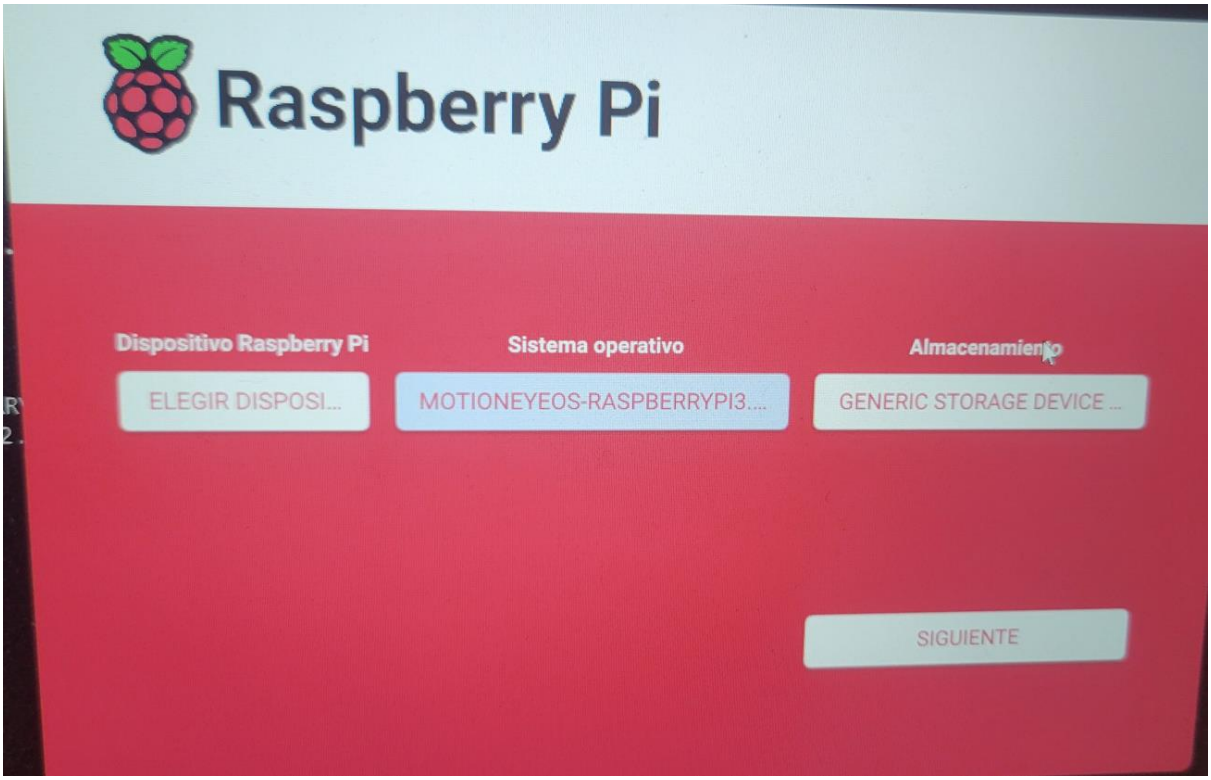
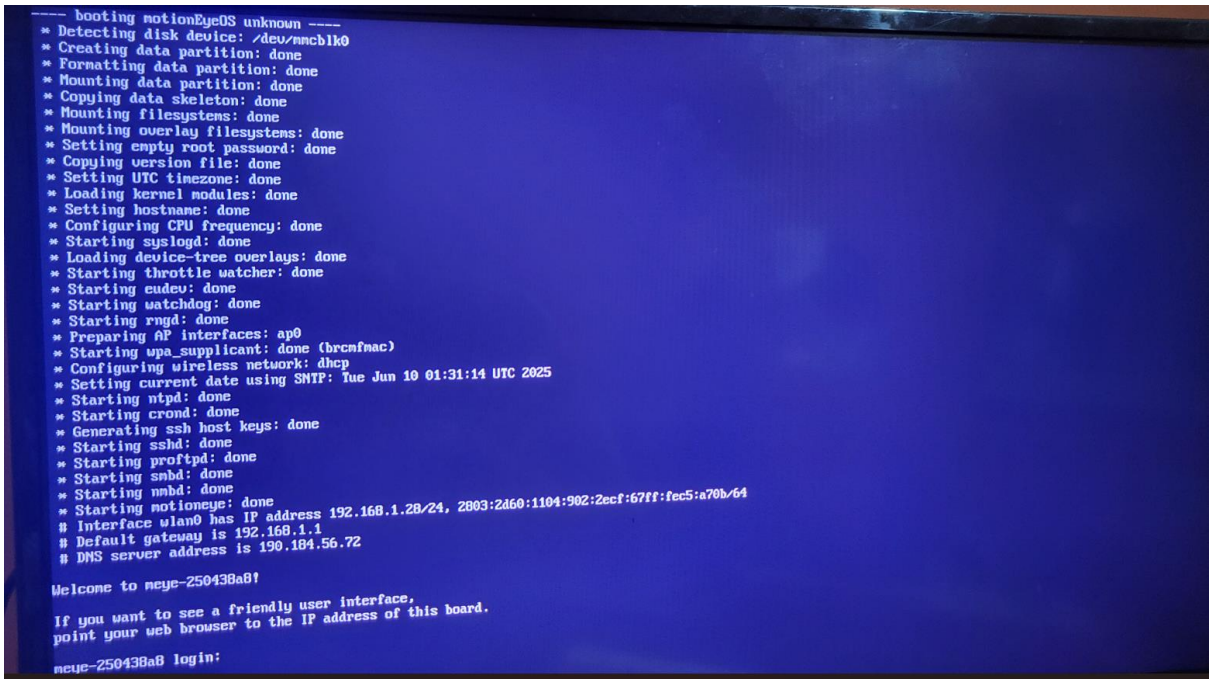


Figura 45. *Arranque del Sistema Operativo con Éxito.*



También ofreció un flujo de video en tiempo real que podía ser visualizado desde cualquier navegador en la misma red, lo cual era fundamental para las pruebas iniciales.

Igualmente proporcionaba opciones nativas para activar grabaciones ante la detección de movimiento, permitiendo configurar parámetros como la calidad de video, la duración de los clips grabados, la sensibilidad de la detección y la ubicación de almacenamiento.

Sin embargo, MotionEyeOS presentaba limitaciones significativas que lo hacían inviable para las necesidades a largo plazo y la visión completa del prototipo.

El sistema operativo no proporciona un gestor de paquetes estándar, como apt en Debian o pip para Python, de fácil acceso para el usuario. Esto imposibilitaba la instalación de librerías de Python adicionales, como la esencial RPi.GPIO o el desarrollo y ejecución de scripts personalizados complejos. El diseño requería un control preciso sobre el hardware externo, específicamente la activación de un LED indicador y la lectura detallada de la señal del sensor PIR para una lógica de detección más avanzada que la ofrecida por el sistema.

Aunque MotionEyeOS ofrecía la posibilidad de ejecutar comandos de shell limitados en respuesta a eventos de movimiento no poseía una interfaz programable flexible para el control de los pines GPIO. Esta falta de control directo sobre el hardware, que era fundamental para la integración del LED indicador y la lectura precisa del sensor PIR dentro del esquema de detección integrado y personalizado, fue descartado como una solución definitiva. Las limitaciones impuestas por el diseño cerrado de MotionEyeOS, aunque optimizado para un propósito específico, demostraron ser incompatibles con los requisitos de personalización y expansión del sistema, forzando la búsqueda de una solución de software más adaptable y de código abierto.

- **Rasberry Pi Os Legacy (64 Bits)**

Tras la evaluación de MotionEyeOS y la confirmación de sus limitaciones para integrar funcionalidades personalizadas de hardware y software, se necesitaba regresar a una solución de sistema operativo más flexible. El principal obstáculo seguía siendo la compleja instalación de librerías como OpenCV. Después de analizar diferentes opciones, Raspberry Pi OS Lite (64-bit) fue elegido como la versión definitiva. Se instaló dicho sistema operativo en otra microSD.

Figura 46. *Flasheo Raspberry PI OS Legacy 64 Bits en MicroSD*

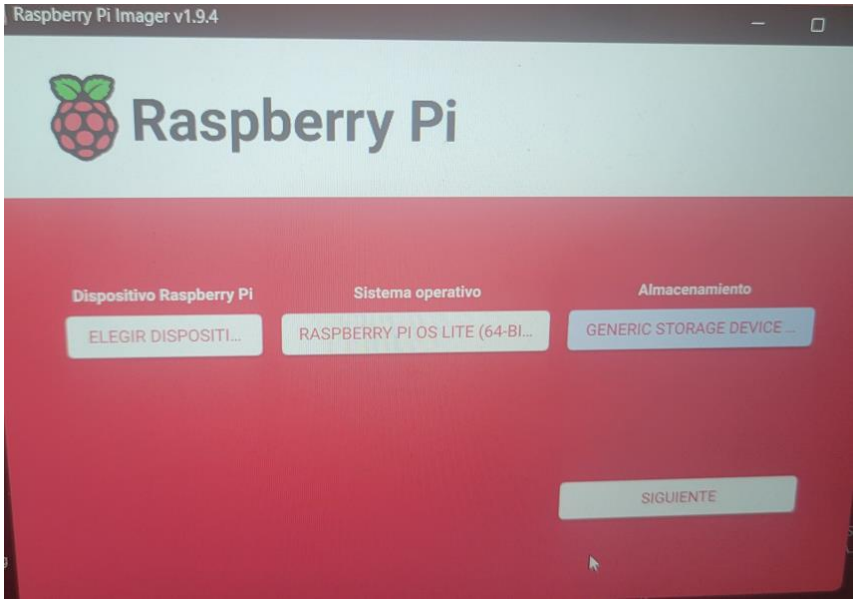
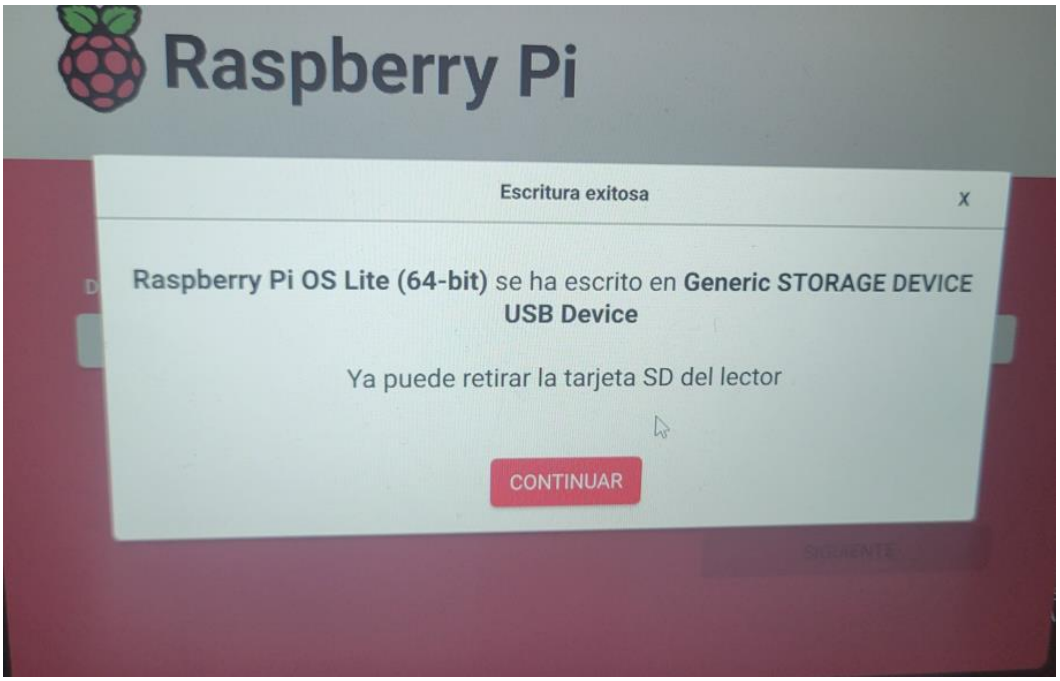


Figura 47. *Flasheo Completado Raspberry Pi OS Legacy*



El término "Lite" implicaba una instalación mínima del sistema operativo, libre de la interfaz gráfica de usuario y otros paquetes innecesarios para una aplicación dedicada como el prototipo. Esto se significó un menor consumo de recursos, lo cual es crítico para optimizar el rendimiento en una Raspberry Pi Zero 2 W y una mayor estabilidad operativa. La **Figura 48** muestra una típica interfaz de terminal de Raspberry Pi OS Lite, evidenciando su naturaleza minimalista y eficiente.

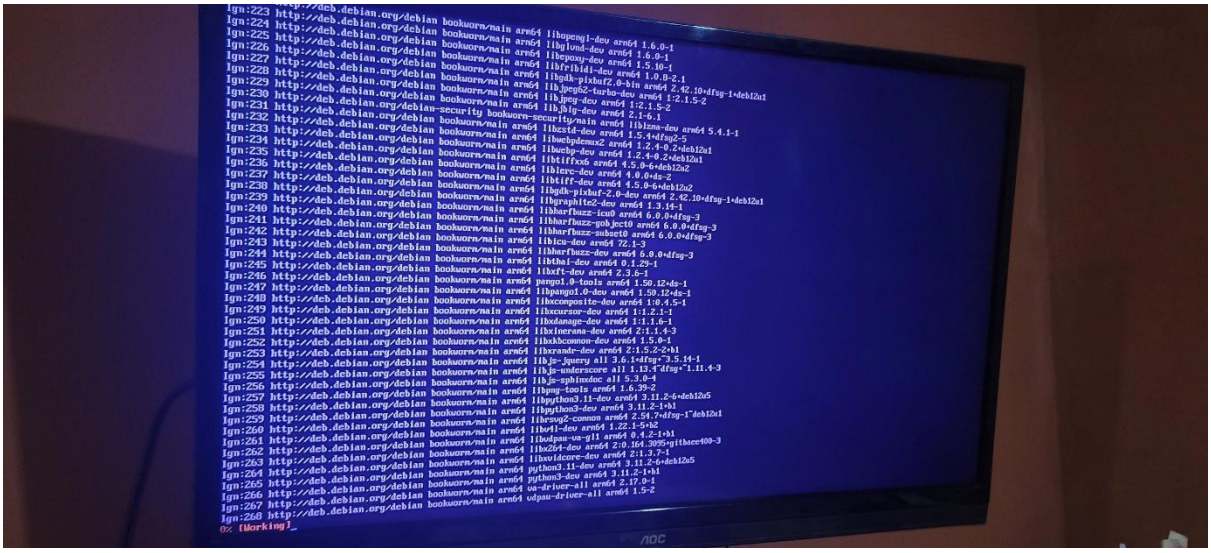
Figura 48. *Interfaz del Terminal de Raspberry OS Legacy*



La versión del sistema de 64 bits ofrecía una mayor compatibilidad con las últimas versiones de las librerías de Python y, lo que es más importante, con los paquetes pre-compilados (wheels) de librerías complejas como opencv-python. La experiencia previa con el error subprocess-exited-with-error en la versión de 32 bits había sido un desafío significativo.

La migración a la arquitectura de 64 bits junto con los repositorios del sistema y la instalación de las dependencias de compilación necesarias, finalmente permitió superar este obstáculo. La instalación de opencv-python se realizó exitosamente, como se puede observar en la **Figura 49** que muestra la salida de la terminal confirmando la correcta instalación.

Figura 49. *Instalación de librerías Raspberry OS Legacy.*



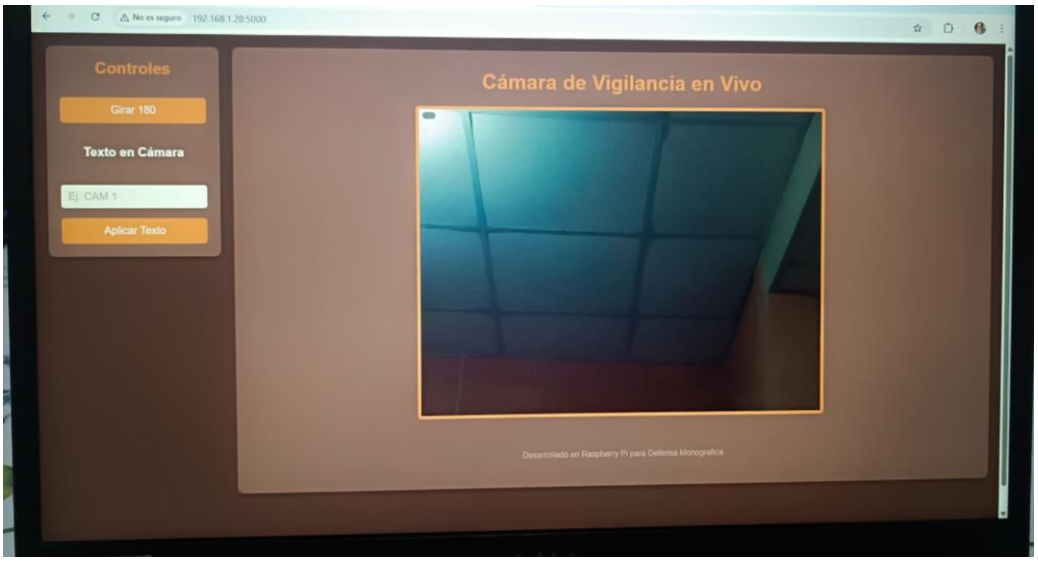
Con Raspberry Pi OS Lite (64-bit) firmemente establecido como plataforma base, se pudo proceder con la implementación completa del software, aprovechando la versatilidad de Python y el acceso total a los pines de la tarjeta. A diferencia de MotionEyeOS, ahora se tendría control programable directo sobre los pines GPIO. Los sensores PIR normales se conectaron a pines GPIO separados de la Raspberry Pi Zero 2 W permitiendo una lectura individualizada de cada sensor. Esto habilitó la implementación de una lógica de detección de movimiento avanzada y altamente personalizable en Python.

La integración exitosa de picamera2 permitió una interacción fluida y eficiente con el módulo de cámara Pi NoIR para la captura de video y fotografías de alta calidad. Gracias a la instalación funcional de OpenCV, ahora era posible realizar un procesamiento de imagen en tiempo real sobre los cuadros de video.

Para la capacidad de monitoreo remoto, se desarrolló una aplicación web ligera utilizando el micro-framework Flask. Esta aplicación se encontraría en la Raspberry Pi y permitiría a los usuarios acceder al flujo de video en vivo desde cualquier dispositivo con un navegador web conectado a la red.

La implementación de estas funcionalidades sobre Raspberry Pi OS Lite (64-bit) no solo resolvió los desafíos técnicos previos, sino que también proporcionó una plataforma robusta y escalable.

Figura 49. *Visualización en tiempo real.*



8.3.5. Presupuesto para el prototipo de cámara

A continuación, se presentan la inversión económica requerida para la materialización del prototipo final y prototipo demostrativo. En las tablas se demuestra todos los componentes de hardware, materiales auxiliares y herramientas necesarias, organizados para facilitar la visualización del costo de cada componente.

La mayoría de los precios presentes son minoristas, en el caso de Raspberry Pi con sus tarjetas la compañía posee un programa para mandar el diseño del prototipo y producirlo en masa, así bajando los precios al ser mayorista.

Tabla 5 - *"Presupuesto del Prototipo Final."*

Componente	Cantidad	Precio Unitario Estimado (USD)	Precio Total Estimado (USD)
Raspberry Pi Zero 2 W	1	$20.99	$20.99
Módulo de Cámara Raspberry Pi Noir	1	$13.99	$13.99
Adaptador Micro USB a Ethernet	1	$11.99	$11.99
Tarjeta MicroSD (64GB)	1	$3.99	$3.99
Fuente de Alimentación (5V 2A)	1	$10.00	$10.00
Sensor PIR (HC-SR501 o similar)	1	$3.00	$3.00
LEDs IR (paquete de 5-10 unidades)	1	$5.00	$5.00
Transistor NPN (ej. 2N2222, BC547)	1	$0.50	$0.50
Resistencias Varias (kit)	1	$5.00	$5.00
Cables Jumper (kit)	1	$5.00	$5.00
Costo Total Estimado del Hardware			$79.46

Tabla 6 - *"Presupuesto del Prototipo Demostrativo."*

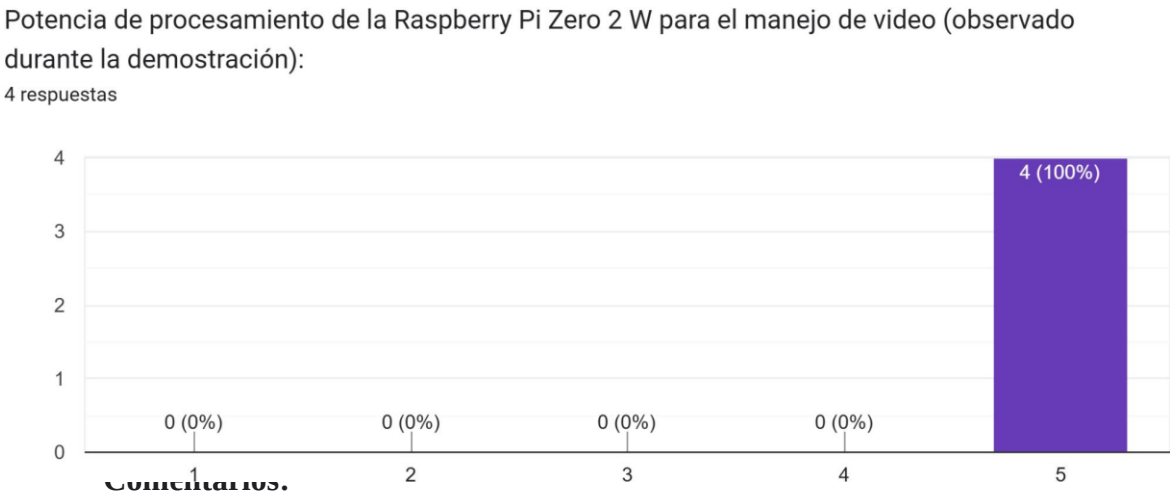
Componente	Cantidad	Precio Unitario Estimado (USD)	Precio Total Estimado (USD)
Raspberry Pi Zero 2 W	1	$20.99	$20.99
Módulo de Cámara Raspberry Pi Noir	1	$13.99	$13.99
Tarjeta MicroSD (64GB)	1	$3.99	$3.99
Fuente de Alimentación (5V 2A)	1	$10.00	$10.00
Adaptador MINI HDMI a HDMI	1	$2.90	$2.90
Adaptador OTG Micro USB	1	$1.20	$1.20
Raspberry Pi Zero Camera Flex	1	$8.99	$8.99
Costo Total Estimado del Hardware			$62.06

7.3. Resultados del objetivo específico 3: Evaluar el rendimiento del prototipo de cámara de seguridad mediante juicio de expertos.

Para alcanzar los resultados del objetivo específico número 3, se analizaron las encuestas que se aplicaron a los especialistas: Gerente General INSEPRO, S. A. / Ing. en Electrónica y Telecomunicaciones, Ingeniero soporte técnico / SISTEMA CCTV, SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO y Técnico electrónico durante el taller de capacitación (ver Anexo 4). Los años de experiencia de cada uno de ellos en sistemas de videovigilancia oscilan entre los 14 y 18 años. La encuesta está dividida en tres secciones A, B Y C, para un mejor procesamiento y análisis de la información. La sección A es acerca de la evaluación de la tarjeta principal y el módulo de cámara, la sección B es acerca de la evaluación conceptual del diseño final y la sección C se trata de la evaluación general y recomendaciones.

Figura 50. *Calificación de Expertos Raspberry Pi Zero 2 W.*

"Sección A: Evaluación de la Tarjeta Principal y el Módulo de Cámara"

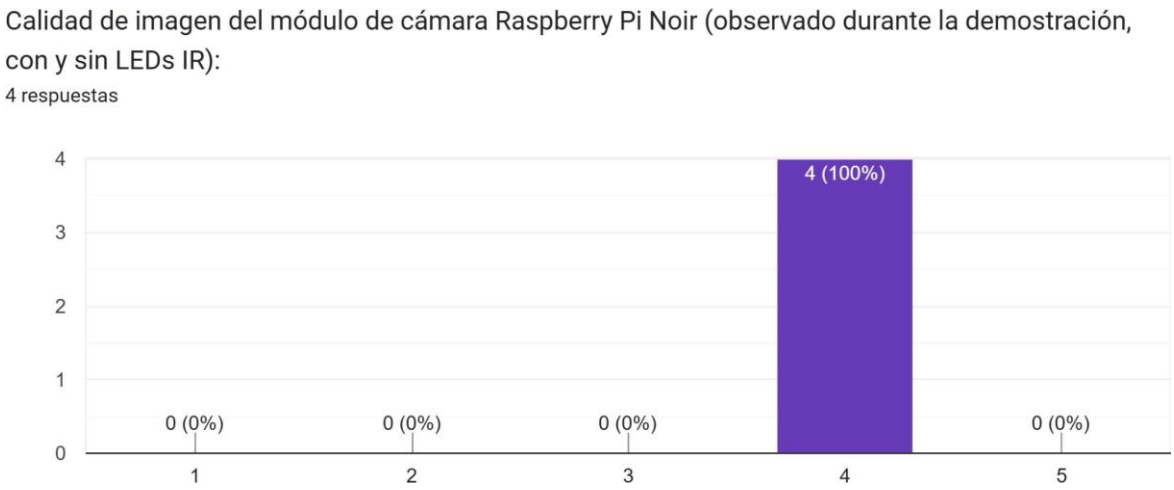


Comentarios:

1. Tiene las funcionalidades básicas más otras que se pueden ir agregando, eso permite mejoras continuas en el producto final vía actualizaciones.
2. El diseño y las funciones del prototipo del cámara mostrado se aprecia las funciones principales para dicho uso conforme a las necesidades del cliente.
3. Tiene buenas opciones de configuración de la resolución, detección y enfoque.
4. Se ve que tiene buen funcionamiento.

Figura 51. *Calificación de Expertos Raspberry Pi Noir.*

"Sección A: Evaluación de la Tarjeta Principal y el Módulo de Cámara"



1. Es muy buena precio vs calidad, sin embargo, hay que aplicar las mejoras con iluminación por medio de Luz IR o Luz Visible.

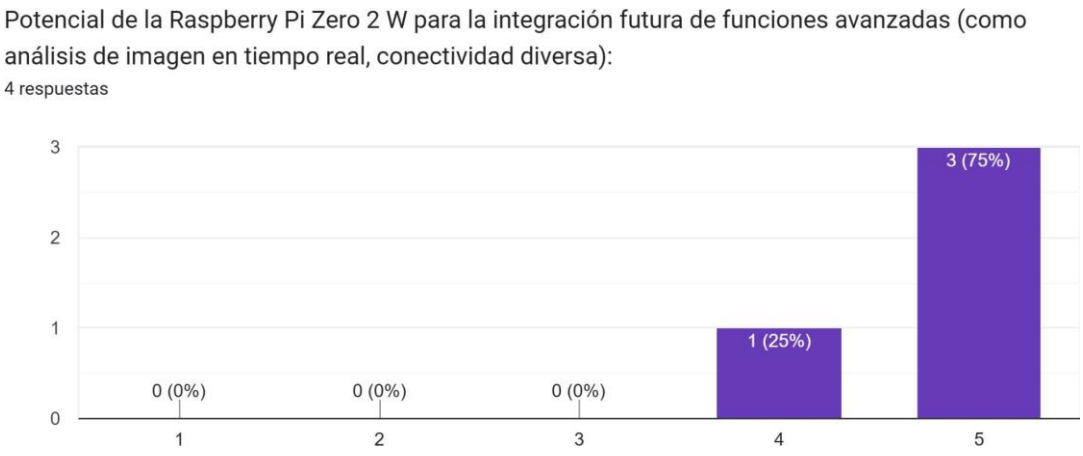
2. Ver más opciones de las cámaras, se presentó muy bien la imagen.

3. Integrar sistema de apagado práctico.

4. En la demostración se vio que tiene buena resolución.

Figura 52. *Potencial de Raspberry Pi Zero 2 W para Futura Integración de Funciones Avanzadas.*

"Sección A: Evaluación de la Tarjeta Principal y el Módulo de Cámara"



Comentarios:

1. La capacidad de tener múltiples opciones de conexión y/o comunicación hace que tenga mayor versatilidad en instalaciones reales, también la integración de funciones avanzadas como detección de movimiento, reconocimiento de objetos y similares

2. permite que siempre haya posibilidades de mejoras continuas sin necesidad de reemplazar totalmente la cámara, lo que ayuda a reducir los costos por migración de tecnología.

3. Las funciones de las cámaras están buenas.

4. Cuenta con excelente potencial para futuras integraciones avanzadas.

Figura 53. *Calificación de Expertos Fibra de Carbono*

"Sección B: Evaluación Conceptual del Diseño del Producto Final"



1. Es un material que maneja más eficientemente el calor, humedad y rayos U protegiendo de mejor forma la cámara, ante condiciones climáticas complejas.

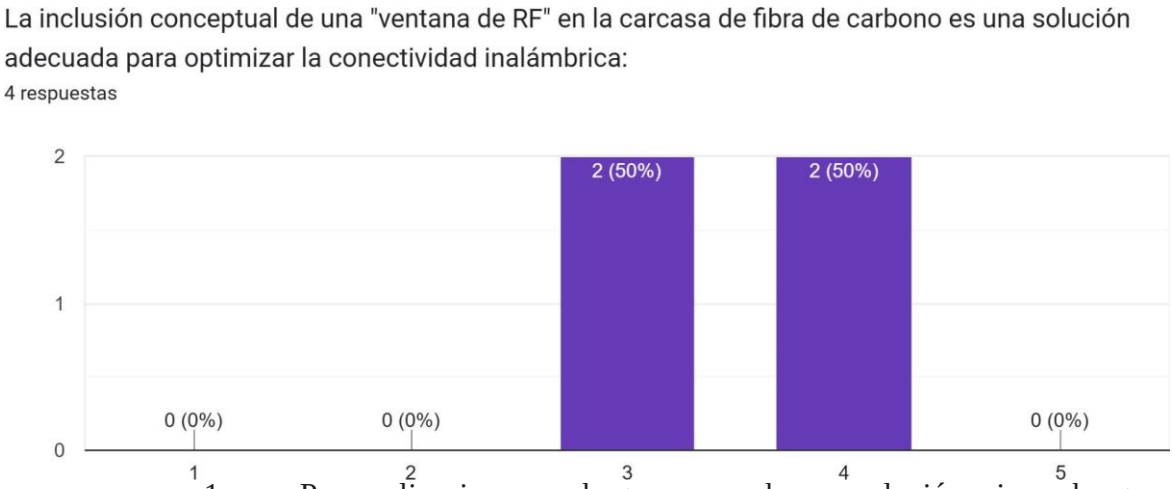
2. La fibra de carbono es una buena opción.

3. El uso de fibra de carbono efectivamente protege de condiciones atmosféricas adversas, pero no de vandalismo.

4. La fibra le va a ayudar porque protege el equipo.

Figura 54. *Calificación de Expertos Adición de Ventana RF*

"Sección B: Evaluación Conceptual del Diseño del Producto Final"



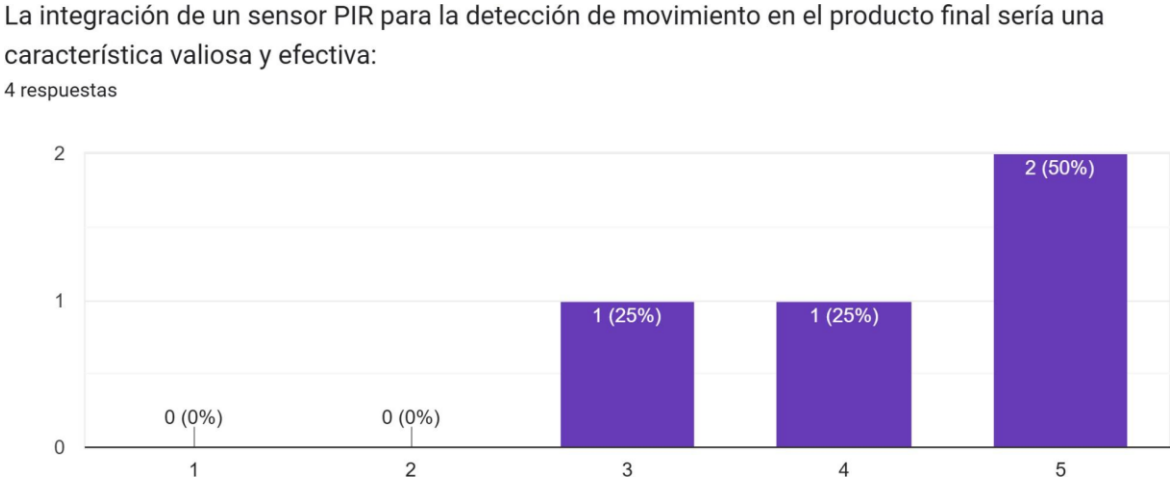
1. Para aplicaciones en hogar es una buena solución, sin embargo, para aplicaciones comerciales, por seguridad informática, no es recomendable la comunicación inalámbrica.

2. En proceso la idea está muy buena.

3. El material de fibra de carbono afecta una adecuada conectividad inalámbrica, aunque en la exposición del proyecto pude observar que se está trabajando para dejar un espacio cubierto con otro material, para la adecuada conectividad inalámbrica. Lo cual lo veo excelente y viable.

Figura 55. *Calificación de Expertos Adición de Ventana PIR*

"Sección B: Evaluación Conceptual del Diseño del Producto Final"



1. La cámara tiene buena respuesta a detección de movimiento vía software, es probable que no sea necesario incorporar un sensor vía hardware, probablemente si sea recomendado un sensor de luz visible para activar la visión nocturna y encender los iluminadores ya sean de luz IR o Visible.

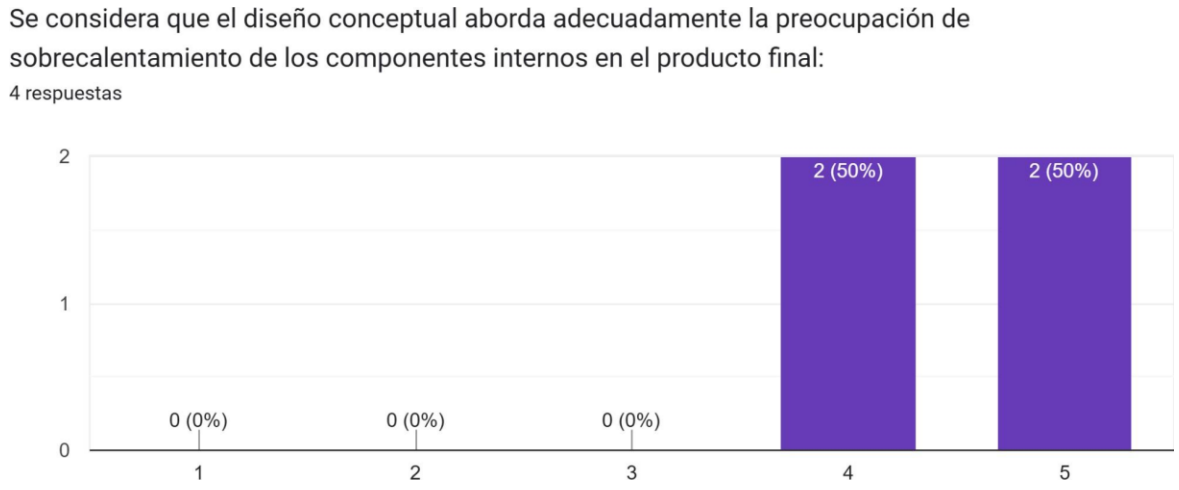
2. A las necesidades del cliente final es una solución válida ya que permite ya dando estas funciones permitirá no ignorar lo que pasa en el área al momento de la detección del movimiento.

3. Muy valiosa para una buena visión nocturna y poder determinar el objeto del movimiento.

4. Es importante para tener mejor visualización en lugares oscuros.

Figura 56. *Calificación de Expertos Medidas Contra el Calentamiento Abordadas en el Diseño Conceptual.*

"Sección B: Evaluación Conceptual del Diseño del Producto Final"



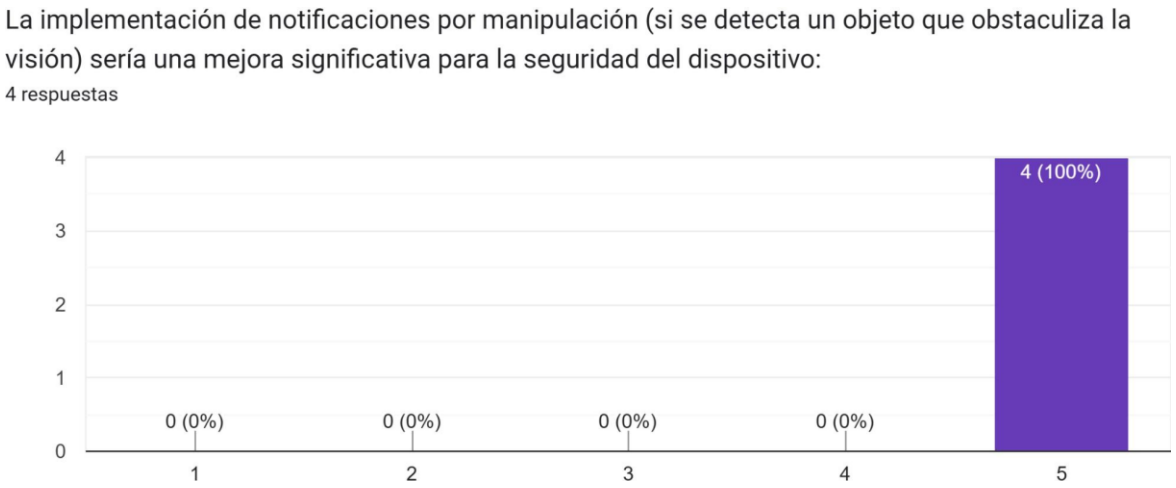
1. La fibra de carbono ayudaría a reducir el impacto directo del calor externo, aunque la fibra de carbono blanco probablemente mejore aún más la reducción térmica exterior porque el color blanco ayuda a reflejar la luz solar más q el color negro.

2. El diseño permitirá un mejor enfoque y durabilidad en el ambiente donde se instalará

3. Se está utilizando un material para la carcasa que ayuda a que la temperatura exterior no ingrese a los componentes internos, se tiene que trabajar en una forma de ventilación y extracción del calor.

Figura 57. *Calificación de Expertos Implementación de Notificaciones por Manipulación.*

"Sección B: Evaluación Conceptual del Diseño del Producto Final"



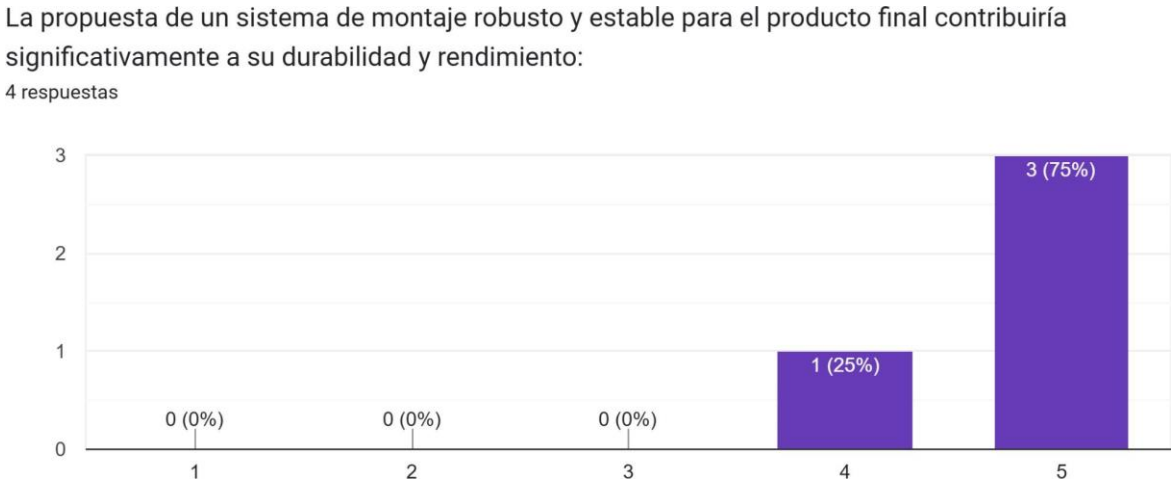
1. Siempre las notificaciones automáticas son de mucha ayuda, por desconexión, por obstrucción de la imagen, por cambios en el ángulo de visión, etc.

2. Exactamente esto permitirá no ignorar y validar todos los puntos según la programación ejecutada por las funciones de la cámara su reporte real y en línea al momento de hacer la detección.

3. Excelente.

Figura 58. *Aceptación de Expertos para un Montaje Robusto.*

"Sección B: Evaluación Conceptual del Diseño del Producto Final"



Comentarios:

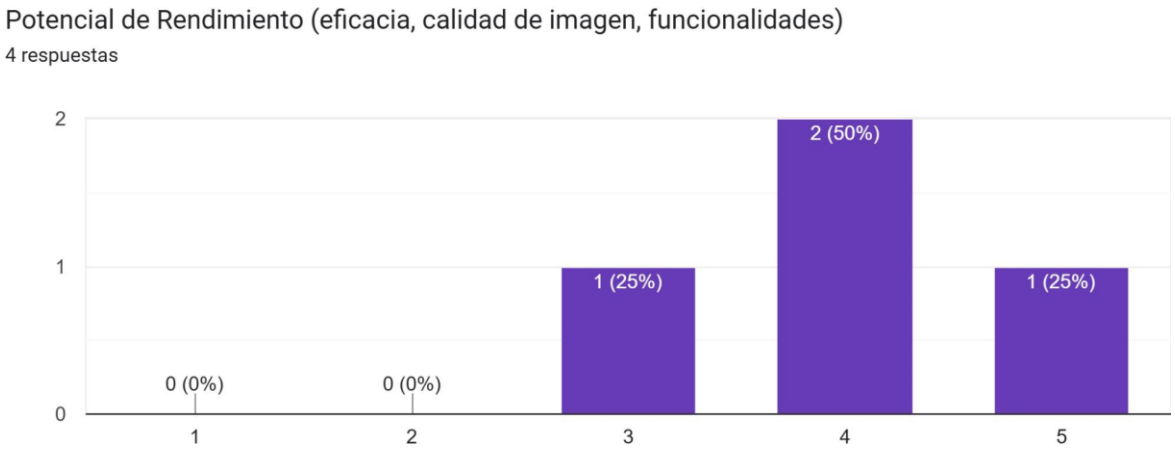
1. Las cámaras más robustas tienen mayor durabilidad, pero el precio es mayor, hacer una cámara robusta con materiales alternos y a menor costo sería una innovación para nuestro país ya que el poder adquisitivo es menor que otros países.

2. Perfecto la metodología y diseño propuesto.

3. Tendrá una mejor aceptación.

Figura 59. *Calificación de Expertos para el Potencial de Rendimiento de la Cámara.*

"S*ección B: Evaluación General y Recomendaciones"*



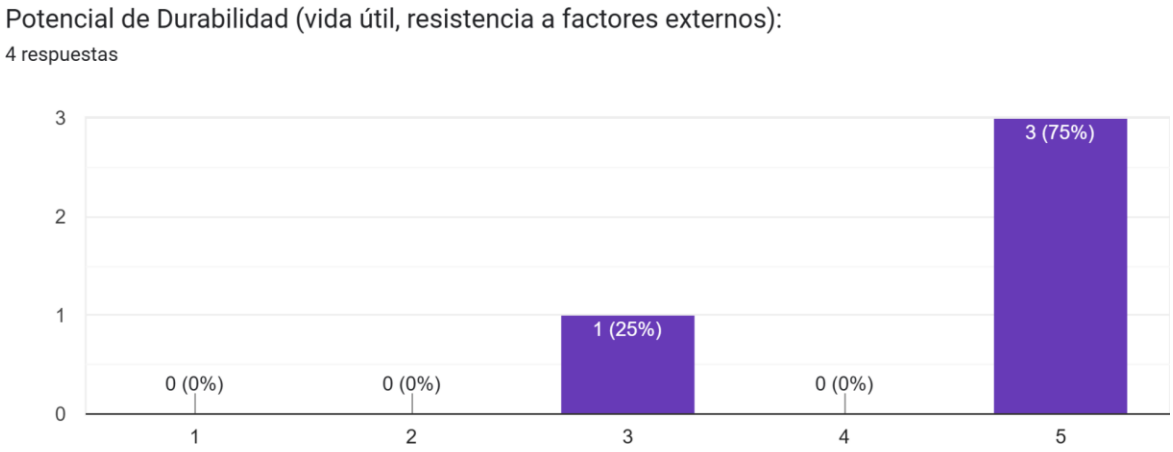
1. Hay que mejorar las conexiones de alimentación eléctrica, aumentar el nivel de voltaje de alimentación y las opciones de conexión inalámbricas. Cada conector existente es un posible punto de fragilidad que debe ser mejorado.

2. El diseño y las funciones están muy buenas.

3. Tiene mucho potencial.

Figura 60. *Calificación de Expertos para el Potencial de Durabilidad de la Cámara.*

"*Sección B: Evaluación General y Recomendaciones*"



1. La fibra de carbono es un buen material para aumentar el tiempo de vida útil.

2. Una vez realizado el trabajo final es de gran utilidad para mostrarle al cliente.

3. Durabilidad muy buena.

Preguntas abiertas de la encuesta

¿Qué otras funcionalidades o características adicionales (tanto de software como de hardware) serían de alto valor para este prototipo en su versión final?

1. Poder enlazar el Producto final con grabadores de otras marcas para implementarlos en proyectos o instalaciones ya existentes

2. La alimentación de la cámara, por lo general es de 12v, utilizar un módulo convertidor para mejorar eso.

3. Incorporar detección de rostro, placas vehiculares, armas, objetos peligrosos, alarma de detección.

4. En el software mejorar la sensibilidad y en el hardware ver el tipo de montaje

¿Qué recomendaciones generales haría para la optimización o mejora de este prototipo antes de su posible implementación o producción en masa?

1. Realizar pruebas extremas, en ambientes y condiciones extremas durante al menos 1 año para garantizar su durabilidad, estabilidad y poder ir ajustando o aplicando las mejoras necesarias hasta lograr que el producto sea ideal para instalaciones reales

2. El diseño ver la parte de alimentación y conexión de la cámara en sus puertos

3. Está muy bueno, es un proyecto ambicioso. En futuro se pueden recomendar mejoras

4. Sería cambiar el tipo de alimentación de 5 voltios a 12 voltios.

8.4. Análisis de los resultados del objetivo específico 3: Evaluar el rendimiento del prototipo de cámara de seguridad mediante juicio de expertos.

La encuesta proporcionada a los participantes del taller de capacitación revela una percepción mayoritariamente positiva sobre el prototipo de la cámara, destacando su potencial de rendimiento, calidad de rendimiento y durabilidad.

Sección A: Evaluación de la Tarjeta Principal y el Módulo de Cámara

La potencia de procesamiento de la Raspberry Pi Zero 2 W para el manejo de video fue calificada con un 100% de satisfacción, lo que sugiere un rendimiento sobresaliente en este aspecto durante la demostración. En cuanto a la imagen del módulo de cámara Raspberry Pi Noir también recibió un 100% de aprobación, lo que es un indicador de su buen funcionamiento visual. Un comentario relevante de uno de los expertos en esta sección es la sugerencia de implementar mejora en la iluminación tanto IR como visible, a pesar de la buena imagen. También se valora que el prototipo incorpore funcionalidades básicas con la posibilidad de agregar mejoras continuas mediante actualizaciones. El diseño y las funciones se consideran adecuadas para las necesidades del cliente, con buenas opciones de configuración de resolución, detección y enfoque.

En cuanto al potencial de la tarjeta para futuras integraciones avanzadas, como análisis de imagen en tiempo real, recibió un 75% de las respuestas en el nivel más alto (5) y un 25% en el nivel (4). Esto indica un optimismo significativo sobre las capacidades futuras del prototipo. Los comentarios hechos por los expertos refuerzan esta idea mencionando la versatilidad que ofrece la cámara al tener la capacidad de múltiples opciones de conexión.

Sección B: Evaluación Conceptual del Diseño del Producto Final

El uso de fibra de carbono como material principal para la carcasa es percibido como una solución efectiva para aumentar la resistencia en condiciones climáticas adversas, con un 75% de las respuestas en el nivel más alto (5) y un 25% en el nivel 4. Se destaca por las respuestas que este material gestiona eficientemente el calor, la humedad y los rayos UV, aunque un comentario puntual indica que si bien protege de condiciones atmosféricas adversas no necesariamente lo hará del vandalismo.

La inclusión de una ventana de RF en la carcasa de fibra de carbono para optimizar la conectividad inalámbrica tuvo opiniones divididas de 50% en el nivel medio (3) y 50% en el nivel 4. Los comentarios acerca de esta adición indican que, si bien es una buena solución para uso doméstico, la comunicación inalámbrica no es recomendable para aplicaciones comerciales debido a la seguridad informática.

La integración de un sensor PIR para la detección de movimiento es vista como una característica efectiva, con un 50% de las respuestas en el nivel 5 y 25% en el nivel 3 y 4 respectivamente. Se comenta que la detección de movimiento por software es buena, pero un sensor de luz visible podrías llegar a ser útil para la visión nocturna. Acerca del sobrecalentamiento de los componentes internos las opiniones son varias teniendo un 50% de las respuestas en el nivel 4 y 50% en el nivel 5, comentan que el material que se escogió es bueno para reducir el calor externo, con la sugerencia que la fibra ser blanca para reflejar la luz solar. También se sugiere trabajar en la ventilación y la extracción del calor

En cuanto a la implementación de notificaciones por manipulación es considerada una mejora significativa para la seguridad, obteniendo un 100% de las respuestas en el nivel. Esto indica una gran demanda por esta funcionalidad. La propuesta de un sistema de montaje robusto y estable es altamente valorada con un 75% en el nivel 5 y 25% en el nivel 4, ya que poseen

una mayor durabilidad para diferentes situaciones teniendo una mejor aceptación para los clientes.

Sección C: Evaluación General y Recomendaciones

Tomando en cuenta el rendimiento general se observa una distribución donde el 50% lo califica con un 4 y un 25% con un 3 y un 5 respectivamente. Esto indica un buen rendimiento, pero con áreas de mejora. Se recomienda mejorar las conexiones de alimentación eléctrica y las opciones de conexión inalámbricas ya que son puntos muy frágiles.

El potencial de durabilidad del prototipo es alto, con un 75% de las respuestas en el nivel 5 y 25% en el nivel 3. Según los comentarios de los expertos la fibra de carbono sí es un material usado en la mayoría de campos en donde se necesite de una protección superior y que pueda aumentar la vida útil del dispositivo.

Entre las funcionalidades o características adicionales de alto valor se mencionan la compatibilidad con grabadores de otras marcas para implementación en proyectos, la adaptación de la alimentación a 12v y la incorporación de una librería de detección de objetos. Las recomendaciones generales para la optimización añaden aspectos como la realización de pruebas extremas en diversas condiciones durante al menos un año para garantizar la estabilidad y durabilidad, así como revisar la alimentación y los puertos de conexión. En general los encuestados expresaron que el prototipo tiene un alto potencial.

Capitulo V

9. Conclusiones

La investigación abordó de manera integral las deficiencias de las cámaras de seguridad convencionales para exteriores, logrando desarrollar un prototipo que ofrece mejoras significativas en rendimiento y durabilidad. El análisis inicial reveló que las cámaras existentes son altamente vulnerables a la degradación estructural debido a la exposición climática (corrosión de metales y degradación del plástico) y la acumulación de suciedad, lo que compromete la calidad de imagen y la vida útil. Además, se identificaron limitaciones tecnológicas clave, como la conectividad inestable, la falta de funciones avanzadas de análisis de video y el sobrecalentamiento de componentes internos, que restringen su efectividad y fiabilidad.

En respuesta a estas vulnerabilidades, el diseño del prototipo incorporó mejoras estructurales y electrónicas innovadoras. Se seleccionó la fibra de carbono para la carcasa, un material que ofrece una relación excepcional entre resistencia y ligereza, crucial para la durabilidad en exteriores, y se implementaron soluciones como una "ventana de RF" para mitigar la atenuación de señales inalámbricas. A nivel electrónico, la elección de la Raspberry Pi Zero 2 W como procesador central y el módulo de cámara Raspberry Pi Noir permitió la integración de funcionalidades avanzadas como la detección de movimiento y la visión nocturna de alta calidad, superando las limitaciones de potencia y características de las cámaras convencionales. El desarrollo de software en Raspberry Pi OS Lite (64-bit) facilitó la implementación de estas capacidades, incluyendo monitoreo remoto y procesamiento de imágenes.

La evaluación del prototipo por parte de expertos validó en gran medida su potencial. La potencia de procesamiento de la Raspberry Pi Zero 2 W y la calidad de imagen de la Pi Noir recibieron una satisfacción del 100%, confirmando la solidez de los componentes centrales. El uso de fibra de carbono fue elogiado por su resistencia a condiciones climáticas adversas, aunque se señaló la necesidad de considerar refuerzos adicionales contra el vandalismo intencional. Si bien la "ventana de RF" fue una solución ingeniosa, se plantearon preocupaciones sobre la seguridad de la comunicación inalámbrica para aplicaciones comerciales, sugiriendo la necesidad de alternativas o priorizar la conectividad cableada. Los expertos también destacaron la importancia de mejorar las conexiones de alimentación eléctrica

y la necesidad de pruebas extremas a largo plazo para garantizar la estabilidad y durabilidad del prototipo en entornos reales. En síntesis, la investigación logró un prototipo funcional y prometedor que aborda las principales deficiencias de la videovigilancia exterior, sentando las bases para futuras innovaciones en el campo.

10. Recomendaciones

Para optimizar el prototipo y asegurar su éxito en la implementación práctica y viabilidad comercial, se recomienda:

- Optimización de Resistencia y Gestión Térmica: Integrar soluciones de enfriamiento activo (ventiladores, disipadores) y considerar un recubrimiento blanco para la carcasa de fibra de carbono para mejorar la disipación de calor y reflejar la luz solar. Reforzar el sistema de alimentación eléctrica, cambiando a 12V e integrando supresores de picos directamente en la placa para mayor robustez y protección contra descargas. Mejorar la resistencia al vandalismo intencional reforzando áreas críticas de la carcasa con capas adicionales de fibra o resina y explorando diseños que dificulten la manipulación.

- Mejora de Conectividad y Ciberseguridad: Investigar materiales dieléctricos alternativos para la "ventana de RF" con mejores propiedades de transmisión y seguridad. Priorizar la conectividad cableada (Ethernet) para entornos comerciales o de alta seguridad. Implementar medidas de ciberseguridad robustas, como cifrado de extremo a extremo, autenticación multifactor y actualizaciones de firmware regulares, para proteger los datos y la red.

- Funcionalidades Avanzadas e Interoperabilidad: Integrar algoritmos de visión por computadora avanzados (reconocimiento facial, lectura de placas, detección de anomalías) para transformar la cámara en una herramienta de seguridad inteligente. Desarrollar compatibilidad multi-marca (ONVIF, RTSP) para una integración fluida con grabadores existentes, ampliando el mercado potencial.

- Pruebas Rigurosas y Usabilidad: Realizar pruebas exhaustivas en condiciones extremas durante al menos un año para garantizar la durabilidad y

estabilidad del prototipo en escenarios reales. Desarrollar guías de instalación óptimas (altura, ángulo) para minimizar la manipulación física. Ofrecer capacitación integral para instaladores y usuarios sobre la instalación y configuración avanzada del software. Diseñar una interfaz de software intuitiva (web/móvil) con control de acceso flexible para facilitar la gestión diaria y el acceso a funciones avanzadas.

- Implementación de sensor UV como característica adicional para medición ambiental de rayos ultravioleta. Esta adición permitiría al sistema medir la intensidad de la radiación UV en tiempo real teniendo aplicaciones como alertas de exposición solar, monitoreo de calidad del aire, etc.

11. Referencias Bibliograficas

Abbasinezhad-Mood, D., & Nikooghadam, M. (2018). An anonymous ECC-based self-certified key distribution scheme for the smart grid. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 65(10).

Arevalo Huamán, L. A. (2016). Estudio y diseño de red de datos y cámaras de seguridad en la empresa regenda H y D inversiones y servicios EIRL Castilla–Piura.

Arturo, N. M., Angélica, E. C. F., & de Jesús, R. C. I. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TRANSMISIÓN DE DATOS VIA PUERTO USB OTG PARA APLICACIONES DEL PLC.

Azules Parrales, E. L. (2019). Implementación de un sistema de vigilancia con cámaras IP para el control y monitoreo en los departamentos de las salas de profesores y coordinación de carrera de ingeniería en computacion y redes de la universidad estatal del sur de manabí. Ciudad de Jipijapa.

Balachandran, S. (2009). Entrada/salida de propósito general (GPI). Facultad de Ingeniería de la Universidad Estatal de Michigan. Publicado el 8-11.

Bertoleti, P. (2019). Proyectos con ESP32 y LoRa. Editora NCB.

Bosch Mayol, M., Costa, J. L., Cabria, F. N., & Aparicio, V. C. (2012). Relación entre la variabilidad espacial de la conductividad eléctrica y el contenido de sodio del suelo. Ciencia del suelo, 30(2).

Brissot, L., & Chautemps, J. (2005). Sensores de imagen CMOS y CCD: comparación. In Mundo electronico (pp. 31-35).

Brydko, V. (2015). Diseño e implementación de múltiples interfaces para el control remoto de un vehículo y del sistema de visión embarcado (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).

Castro, J. E. (2023). Diseño e implementación de un Robot Soccer autónomo mediante visión artificial a través del sistema embebido Raspberry PI Zero (Bachelor's thesis).

Cervellini, M. P., Gonzalez, E., Tulli, J. C., Uriz, A., Agüero, P. D., & Kuzman, M. G. (2011). Sistema de sustitución sensorial visual-táctil para no videntes empleando sensores infrarrojos. In XVIII Congreso Argentino de Bioingeniería SABI 2011-VII Jornadas de Ingeniería Clínica (pp. 28-30).

Chieffo, N., & Formisano, A. (2022). Call for papers: Seismic Vulnerability and Sustainable Building Materials for Risk Reduction Strategies in Urban Areas.

Corona, A. E. (2004). Protocolos TCP/IP de internet.

Cui, Z., & Yuan, G. (2023). Precursors, Structure and Properties of Carbon Fibers. In International Symposium on Automation, Mechanical and Design Engineering. In Advances in Automation, Mechanical and Design Engineering.

Díaz, J. M., Sánchez, K. P., & Valencia, S. P. (2001). Ethernet: Su origen, funcionamiento y rendimiento. Ingeniería y desarrollo.

Duran, P., Liascovich, R., Barbero, P., Groisman, B., Serruya, S., & Bidondo, M. P. (2019). Sistemas de vigilancia de anomalías congénitas en América Latina y el Caribe: Presente y Futuro. Rev Panam.

Godoy, C. A. G., & Parra, O. J. S. (2017). Sistema de seguridad para locales comerciales mediante Raspberry Pi, cámara y sensor PIR. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, (51), 175-193.

Graells, P. R. M. (2013). Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. 3 c TIC: cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC, 2.

Grigorescu, R. M., Grigore, M. E., Iancu, L., Ghioca, P., & Ion, R. M. (2019). Waste electrical and electronic equipment: a review on the identification methods for polymeric materials. Recycling.

Guacho, G. M., & Pacheco, J. K.C. (2020). Análisis comparativo de protocolos de comunicación para redes definidas por software. Hamut´ay.

Gutiérrez, A., Agustin, M., Vargas, C., & Daniel, J. (2018). Almacenamiento en la nube. Acta. España. https://www.acta.es/medios/informes/2018004.pdf

Haque, M. J., & Muntjir, M. (2017). Night vision technology: an overview". International Journal of Computer Applications.

Li, N., Chen, B., Yan, G., Govindaswamy, P., & Wang, J. (2010). Design and implementation of a sensor-based wireless camera system for continuous monitoring in assistive environments. In Personal and Ubiquitous Computing (pp. 499 - 510).

Lio, V. (2015). Ciudades, cámaras de seguridad y videovigilancia: estado del arte y perspectivas de investigación.

Nilsson, F. (2023). Intelligent network video: Understanding modern video surveillance systems.

Ortiz-Conde, A., Sánchez, F.G., Liou, J.J., Cerdeira, A., Estrada, M. y Yue, Y. (2002). Revisión de métodos recientes de extracción de voltaje umbral en MOSFET. Microelectronics trusted, 42(4-5).

Prinz, A. C., Taank, V. K., Voegeli, V., & Walters, E. L. (2016). A novel nest-monitoring camera system using a Raspberry Pi micro-computer. Journal of Field Ornithology, 87(4).

Rocha Gonzales, J. J., & Gonzales, O. D. S. (2014). FACTIBILIDAD DEL USO DE FIBRA DE CARBONO RECICLADA COMO REFORZANTE MECÁNICO EN POLIURETANO.

Rodríguez Antuñano, I., Barros, B., Martínez Sánchez, J., & Riveiro, B. (2024). Urban Infrastructure Vulnerability to Climate-Induced Risks: A Probabilistic Modeling Approach Using Remote Sensing as a Tool in Urban Planning. Universidad de Vigo.

Sakhuja, D., Ghai, H., Bhatia, R. K., & Bhatt, A. K. (2022). Management of e-Waste: technological challenges and opportunities.

Serna, A., Ros, F., & Rico, J. C. (2010). Guía práctica de sensores. Creaciones copyright SL.

Soler, J. S. (n.d.). Procesadores digitales de señal (DSP). Mundo electronico, 46-57.

Theurer, M. M., & Rodriguez, J. (2016). Las fibras de carbono como una alternativa para reforzamiento de estructuras.

Trejo, R. E. V. (2018). Software-hardware para pruebas de falla en cables plano-flexible.

Vega, R. C. P. (1997). Caracterización estadística de la atenuación en el canal de propagación en interiores (Doctoral dissertation, Universidad de Cantabria).

Zuñiga López, V. (2005). Redes de Transmisión de datos.

12. Anexos

Anexo A. Encuesta dirigida a Especialistas y Clientes de los Negocios que tienen cámaras de seguridad.

Encuesta dirigida a Especialistas y Clientes de los Negocios que tienen cámaras de seguridad.

Estimado encuestado, el objetivo de este cuestionario es conocer su valoración sobre las vulnerabilidades y limitaciones de las cámaras para exteriores.

1. **¿Cuál es el principal tipo de daño que sufren los materiales de las carcasas de las cámaras de seguridad convencionales debido a la exposición al clima y al sol?**

2. **¿Qué tipo de impacto tiene la acumulación de suciedad (polvo, barro, etc.) en las cámaras de seguridad para exteriores?**

3. **¿Cuál de los siguientes factores estructurales influye principalmente en la vulnerabilidad de las cámaras de seguridad para exteriores ante robos o golpes intencionales?**

4. **¿Cuál es la principal limitación reportada en la usabilidad del software de las cámaras de seguridad para exteriores?**

5. **¿Cuál es uno de los factores que puede contribuir al sobrecalentamiento de la tarjeta madre y otros componentes internos en las cámaras de seguridad para exteriores?**

6. **¿Cuál es uno de los problemas más comunes asociados con las cámaras de seguridad IP?**

7. **¿Qué grado de utilidad considera que la función de detección de movimiento aporta a las cámaras de seguridad en áreas clave?**

8. **¿Cómo evaluaría la importancia de implementar un sistema de notificaciones en tiempo real sobre actividad inusual detectada por las cámaras de seguridad?**

9. **¿Cuál es su prioridad al seleccionar el ángulo de visión de las cámaras de seguridad para exteriores en su empresa?**

10. **¿Qué nivel de importancia atribuye su empresa a la funcionalidad de visión nocturna en las cámaras de seguridad para exteriores?**

11. **¿Cómo valora su empresa la necesidad de una conectividad de red estable y continua para el funcionamiento óptimo de las cámaras de seguridad para exteriores?**

12. **¿Qué prioridad otorga su empresa a las características del diseño estético de las cámaras de seguridad para exteriores, considerando su impacto en la percepción visual y la integración con el entorno?**

13. **¿Qué prioridad asigna su empresa a la selección del material de fabricación en las carcasas de las cámaras de seguridad para exteriores, considerando su impacto en la durabilidad y resistencia ante factores ambientales y posibles daños?**

14. **Considerando las características anteriormente mencionadas sobre las cámaras de seguridad para exteriores, ¿considera que las opciones son óptimas para satisfacer las necesidades de vigilancia de su empresa o ubicación?**

15. **¿En qué medida cree que estas características contribuyen a reducir las posibilidades de robos o actos vandálicos en su empresa o ubicación?**

Anexo B. Entrevista dirigida a Especialista en Seguridad y Tecnología

Entrevista dirigida a Especialista en Seguridad y Tecnología

Estimado entrevistado, el objetivo de este cuestionario es conocer su valoración sobre las características y limitaciones de las cámaras para exteriores.

Preguntas

Dimensión: Vulnerabilidades

-Según su experiencia, ¿qué material híbrido recomendaría para equilibrar resistencia al clima y aislamiento térmico en un prototipo?

- ¿Cómo podrían integrarse sensores de autolimpieza y supresores de picos de bajo costo en el hardware de un prototipo?

- ¿Qué diseño estructural innovador podría dificultar el sabotaje en cámaras tipo bullet?

Dimensión: Prototipo

- ¿Qué tecnologías subutilizadas deberían priorizarse en un prototipo para simplificar su configuración y aprovechar su potencial?

- ¿Cómo optimizaría el consumo energético y disipación de calor en una cámara con múltiples funciones avanzadas?

- ¿Qué certificaciones considera esenciales para un prototipo en Managua?

Dimensión: Evaluación

- ¿Qué pruebas recomendaría para validar la durabilidad del prototipo?

- ¿Cómo mediría la efectividad real de un supresor de picos integrado contra descargas eléctricas?

- ¿Qué indicadores de rendimiento debería monitorearse en pruebas de software?

Entrevista para Departamento de IT de Empresas

Dimensión: Vulnerabilidades

- ¿Qué protección adicional sugeriría para lentes expuestos a polvo/lluvia, basado en sus experiencias?

- ¿Ha identificado incompatibilidades entre hardware de cámaras y sistemas de grabación que afecten la escalabilidad?

- ¿Qué altura y ángulo de instalación minimizarían la manipulación física, según sus incidentes reportados?

Dimensión: Prototipo

- ¿Qué interfaz de software facilitaría la gestión sin restringir accesos?

- ¿Cómo debería diseñarse la conectividad del prototipo para evitar fallos como imágenes congeladas?

- ¿Qué funcionalidades premium justificarían un mayor costo para su empresa?

Dimensión: Evaluación

- ¿Qué protocolo de pruebas post-instalación aplicaría al prototipo?

- ¿Cómo evaluaría la resistencia a ciberataques en un prototipo con configuración remota?

- ¿Qué datos ambientales deberían replicarse en simulaciones para Managua?

Anexo C. Estructura de Taller de capacitación para especialistas

UNICIT
UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Taller de capacitación para especialistas en seguridad sobre un Prototipo de cámara de seguridad para exteriores

Facilitadores:
Isac Antonio Hernández Alguera
Isaac Eliezer Moreno Herrera
Fernando Omar Soza Soza

Managua, 08 de junio 2025.

DIRIGIDO A

- Especialistas en seguridad de la Empresa INSEPRO. S.A.

PROGRAMA

1. Presentación de la metodología y propósitos del taller.
2. Presentación sobre funcionalidad y uso del prototipo de la cámara.
3. Práctica guiada a los especialistas.
4. Retroalimentación.

INTRODUCCIÓN

Como parte del desarrollo de la tesis monográfica "Diseño de un prototipo de cámara de seguridad para exteriores con mejoras estructurales y electrónicas para aumentar su rendimiento y durabilidad", se organizó un taller para dar a conocer el funcionamiento del prototipo de cámara de seguridad para exteriores.

De igual manera, se espera la retroalimentación de parte los especialistas para evaluar de manera general el rendimiento del prototipo de la cámara de seguridad.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Dar a conocer el funcionamiento del prototipo de cámara de seguridad para exteriores, realizando una práctica guiada dirigida a los especialistas de la Empresa INSEPRO. S.A.

Objetivos Específicos:

- Presentar las características, funcionalidad y uso del prototipo de cámara.
- Practicar las funcionas principales que tiene el prototipo de cámara.
- Retroalimentar las funciones del prototipo de cámara con el fin de la mejora.

RESULTADOS ESPERADOS

- Comprensión por parte de los especialistas sobre las funciones y usos del prototipo de cámara.
- Uso práctico de las funciones principales que tiene el prototipo.
- Retroalimentación de parte de los especialistas.

METODOLOGÍA

Luego de las palabras de bienvenida por parte del Gerente General de la empresa, seguirán los siguientes momentos:

Momento 1. Presentación de la metodología y propósitos del taller.

El equipo de facilitación hará un reconocimiento de los participantes y explicará la metodología y los propósitos del taller.

Momento 2. Presentación sobre funcionalidad y uso del prototipo de cámara.
En este segundo momento, uno de los facilitadores compartirá de forma detallada cuáles son las funcionalidades principales del prototipo.

Momento 3. Práctica guiada a los especialistas en seguridad.

Un facilitador realizará con los especialistas pruebas guiadas, de las principales funcionalidades del prototipo. De tal forma que, se pueda comprender el comportamiento básico del mismo.

Momento 4. Retroalimentación

- Reunidos en plenario, se compartirá una encuesta, la cual tiene como fin retroalimentar las funciones del prototipo de cámara con el fin de la mejora.

PROGRAMA

Fecha del taller: miércoles 11 de junio 2025

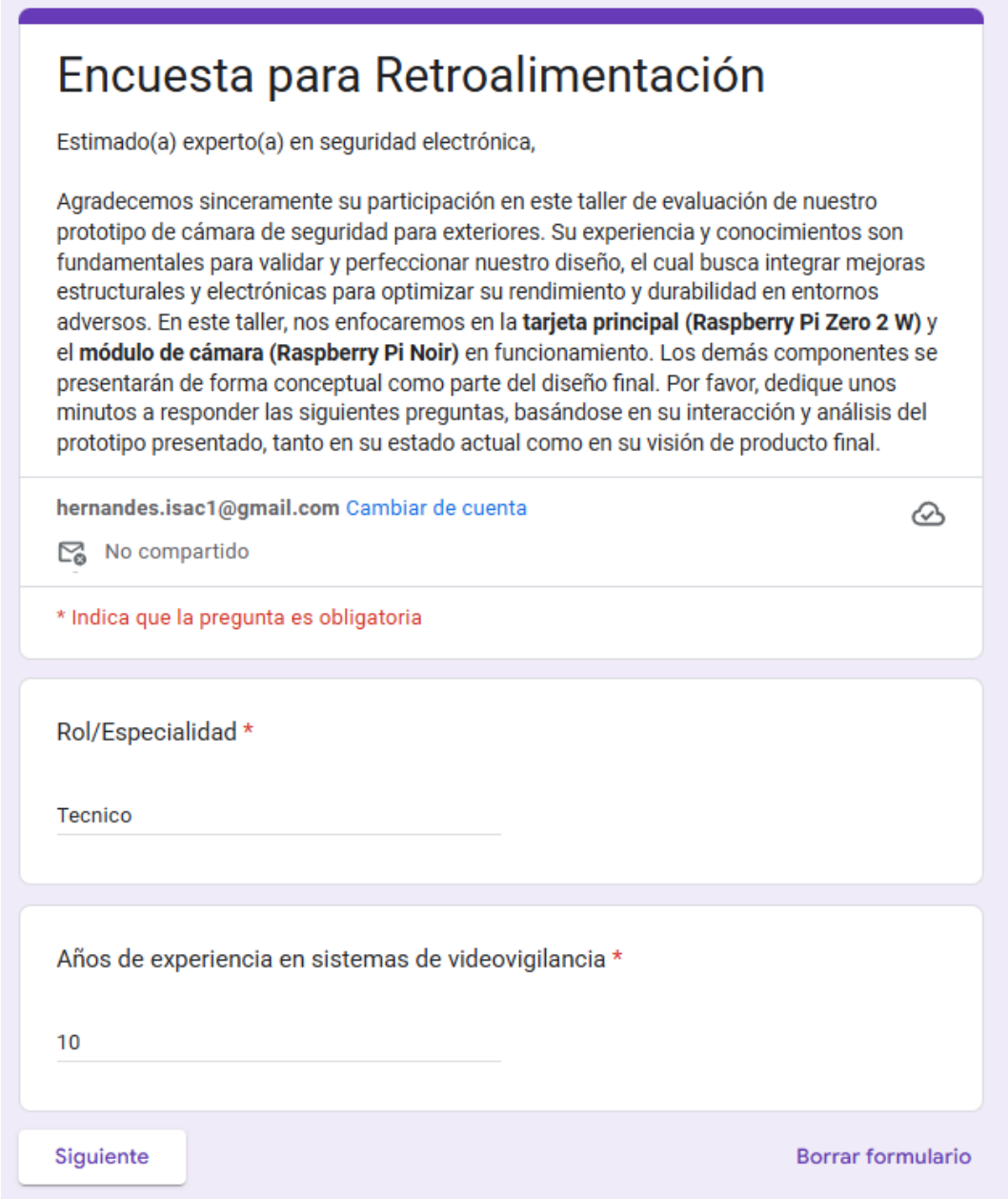
Lugar: Oficia Central INSEPRO. S.A.

HORA	ACTIVIDAD
09:00 am	Registro de Participantes.
09:00 am – 09:10 am	Palabras de Bienvenida – Gerente General de INSEPRO. S.A.
09:10 am – 09:20 am	Presentación de la Metodología.
9:20 am – 9:50 am	Presentación de las características, funcionalidad y uso del prototipo de cámara.
9:50 am – 10:30 am	Práctica guiada a los especialistas.
10:30 am– 11:00 am	Retroalimentación

REQUERIMIENTOS

1 data show, 1 laptop, formato de asistencia impreso.

Anexo D. Encuesta para Retroalimentación de Especialistas



Encuesta para Retroalimentación

Estimado(a) experto(a) en seguridad electrónica,

Agradecemos sinceramente su participación en este taller de evaluación de nuestro prototipo de cámara de seguridad para exteriores. Su experiencia y conocimientos son fundamentales para validar y perfeccionar nuestro diseño, el cual busca integrar mejoras estructurales y electrónicas para optimizar su rendimiento y durabilidad en entornos adversos. En este taller, nos enfocaremos en la **tarjeta principal (Raspberry Pi Zero 2 W)** y el **módulo de cámara (Raspberry Pi Noir)** en funcionamiento. Los demás componentes se presentarán de forma conceptual como parte del diseño final. Por favor, dedique unos minutos a responder las siguientes preguntas, basándose en su interacción y análisis del prototipo presentado, tanto en su estado actual como en su visión de producto final.

hernandes.isac1@gmail.com Cambiar de cuenta

No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

Rol/Especialidad *

Tecnico

Años de experiencia en sistemas de videovigilancia *

10

Siguiente

Borrar formulario

Encuesta para Retroalimentación

hernandes.isac1@gmail.com Cambiar de cuenta

No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

Sección A: Evaluación de la Tarjeta Principal y el Módulo de Cámara

Por favor, califique los siguientes aspectos del prototipo observado en la demostración física en una escala del 1 al 5, donde:

- **1 = Muy deficiente**
- **2 = Deficiente**
- **3 = Regular**
- **4 = Buena**
- **5 = Excelente**

Potencia de procesamiento de la Raspberry Pi Zero 2 W para el manejo de video (observado durante la demostración): *

	1	2	3	4	5	
Muy deficiente	○	○	◉	○	○	Excelente

Comentarios/Justificación para su respuesta anterior

Tu respuesta

Calidad de imagen del módulo de cámara Raspberry Pi Noir (observado durante la demostración, con y sin LEDs IR): *

	1	2	3	4	5	
Muy deficiente	○	○	○	◉	○	Excelente

Comentarios/Justificación para su respuesta anterior

Tu respuesta

Potencial de la Raspberry Pi Zero 2 W para la integración futura de funciones avanzadas (como análisis de imagen en tiempo real, conectividad diversa): *

	1	2	3	4	5	
Muy deficiente	○	○	○	○	◉	Excelente

Comentarios/Justificación para su respuesta anterior

Tu respuesta

Atrás Siguiente Borrar formulario

Encuesta para Retroalimentación

hernandes.isac1@gmail.com Cambiar de cuenta

No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

Sección sin título Sección B: Evaluación Conceptual del Diseño del Producto Final (Hipotético)

Esta sección evalúa su percepción sobre las mejoras estructurales y funcionalidades adicionales que se planean integrar en el producto final. Por favor, califique los siguientes aspectos en una escala del 1 al 5, donde:

- **1 = Totalmente en desacuerdo / Muy deficiente**
- **2 = En desacuerdo / Deficiente**
- **3 = Neutral / Regular**
- **4 = De acuerdo / Buena**
- **5 = Totalmente de acuerdo / Excelente**

El uso de fibra de carbono para la carcasa es una solución efectiva para aumentar la resistencia a condiciones climáticas adversas y vandalismo: *

	1	2	3	4	5	
Muy deficiente	○	○	○	○	◉	Excelente

Comentarios/Justificación para su respuesta anterior

Tu respuesta

La inclusión conceptual de una "ventana de RF" en la carcasa de fibra de carbono es una solución adecuada para optimizar la conectividad inalámbrica: *

	1	2	3	4	5	
Muy deficiente	○	○	○	○	◉	Excelente

Comentarios/Justificación para su respuesta anterior

Tu respuesta

La integración de un sensor PIR para la detección de movimiento en el producto final sería una característica valiosa y efectiva: *

	1	2	3	4	5	
Muy deficiente	○	○	○	○	◉	Excelente

Comentarios/Justificación para su respuesta anterior

Tu respuesta

Se considera que el diseño conceptual aborda adecuadamente la preocupación de sobrecalentamiento de los componentes internos en el producto final: *

	1	2	3	4	5	
Muy deficiente	○	○	○	○	◉	Excelente

Comentarios/Justificación para su respuesta anterior

Tu respuesta

La implementación de notificaciones por manipulación (si se detecta un objeto que obstaculiza la visión) sería una mejora significativa para la seguridad del dispositivo: *

	1	2	3	4	5	
Muy deficiente	○	○	○	◉	○	Excelente

Comentarios/Justificación para su respuesta anterior

Tu respuesta

La propuesta de un sistema de montaje robusto y estable para el producto final contribuiría significativamente a su durabilidad y rendimiento: *

	1	2	3	4	5	
Muy deficiente	○	○	○	◉	○	Excelente

Sección C: Evaluación General y Recomendaciones

Considerando la demostración del prototipo y el diseño conceptual del producto final, ¿cómo calificaría el potencial general de este dispositivo en comparación con las cámaras de seguridad para exteriores convencionales (1 = Muy bajo, 5 = Muy alto)?

Potencial de Rendimiento (eficacia, calidad de imagen, funcionalidades) *

	1	2	3	4	5	
Muy deficiente	◯	◯	◯	◯	◯	Excelente

Comentarios/Justificación para su respuesta anterior

Tu respuesta

Potencial de Durabilidad (vida útil, resistencia a factores externos): *

	1	2	3	4	5	
Muy deficiente	◯	◯	◯	◯	◯	Excelente

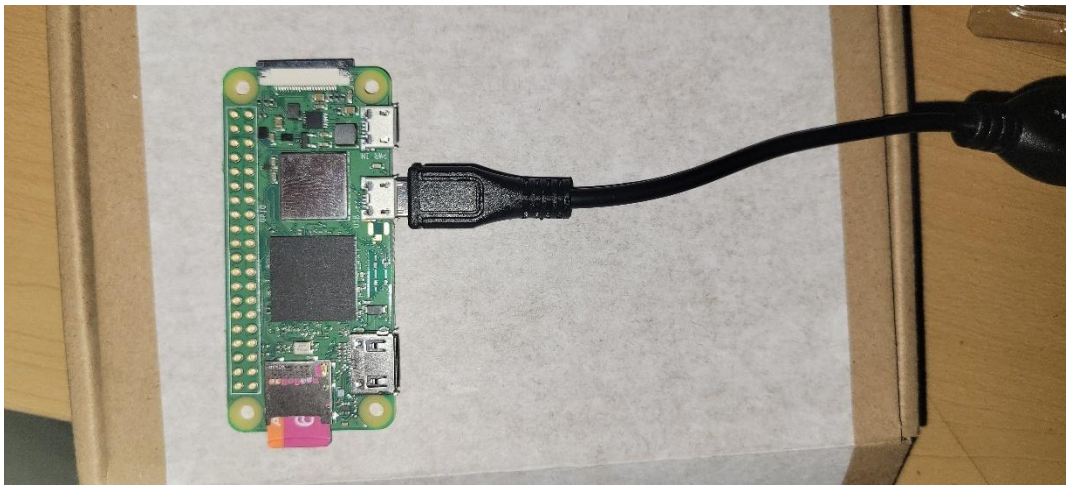
Comentarios/Justificación para su respuesta anterior

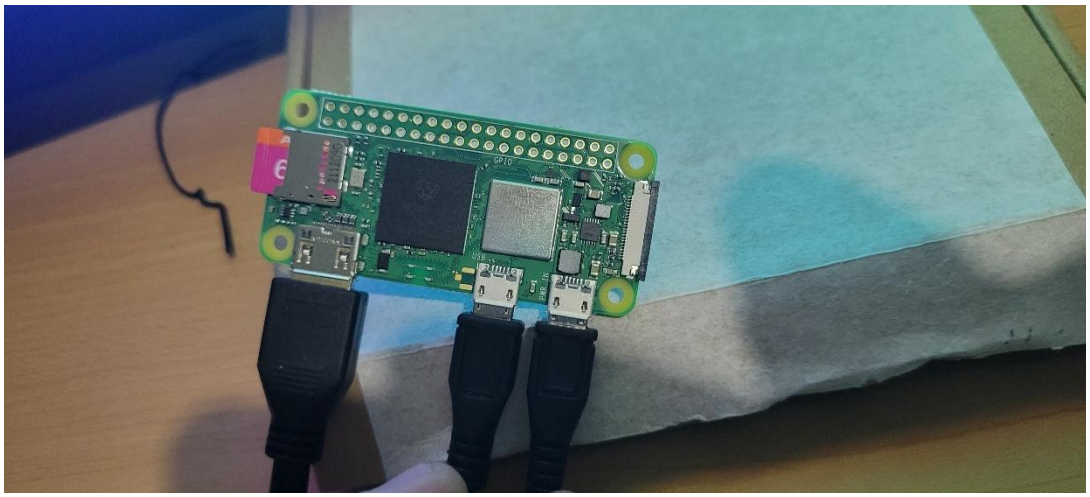
Tu respuesta

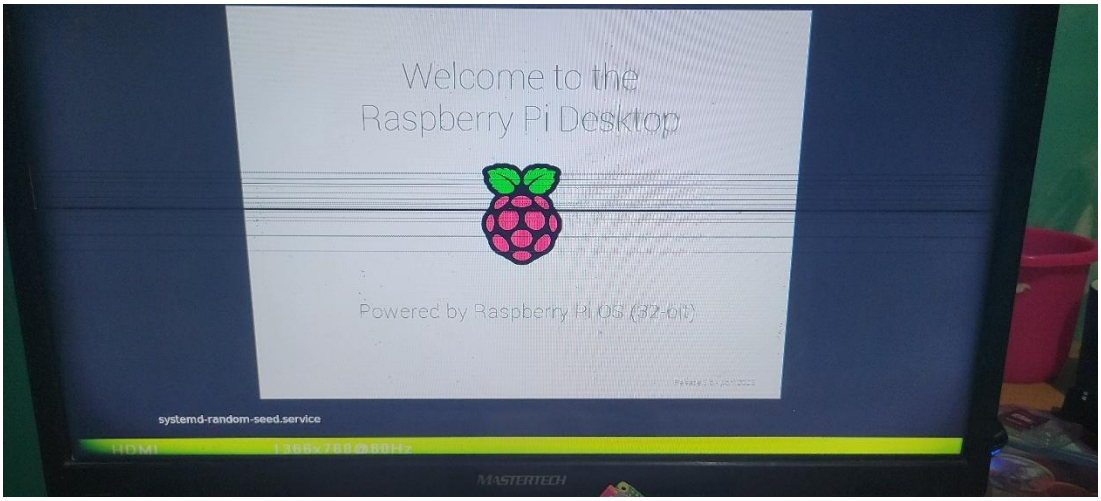
¿Qué otras funcionalidades o características adicionales (tanto de software como de hardware) serían de alto valor para este prototipo en su versión final? *

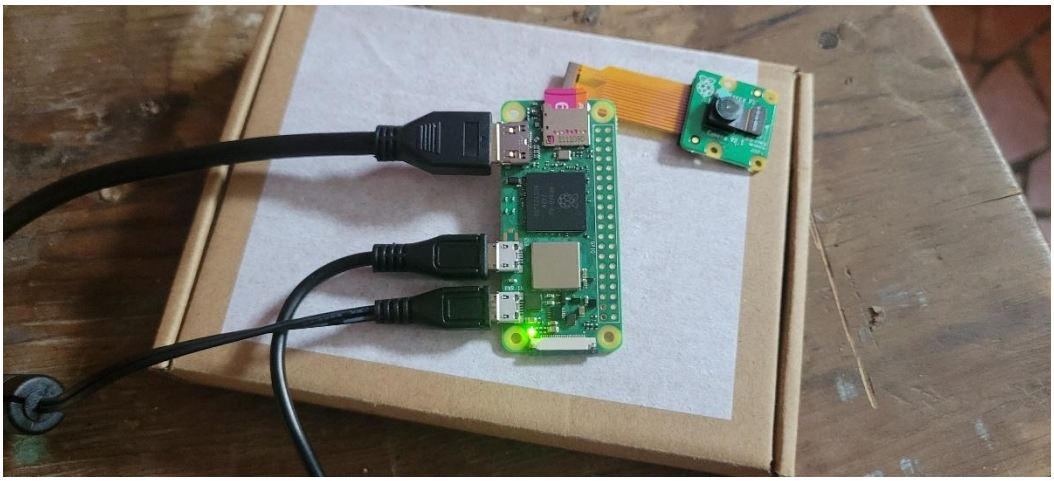
Tu respuesta

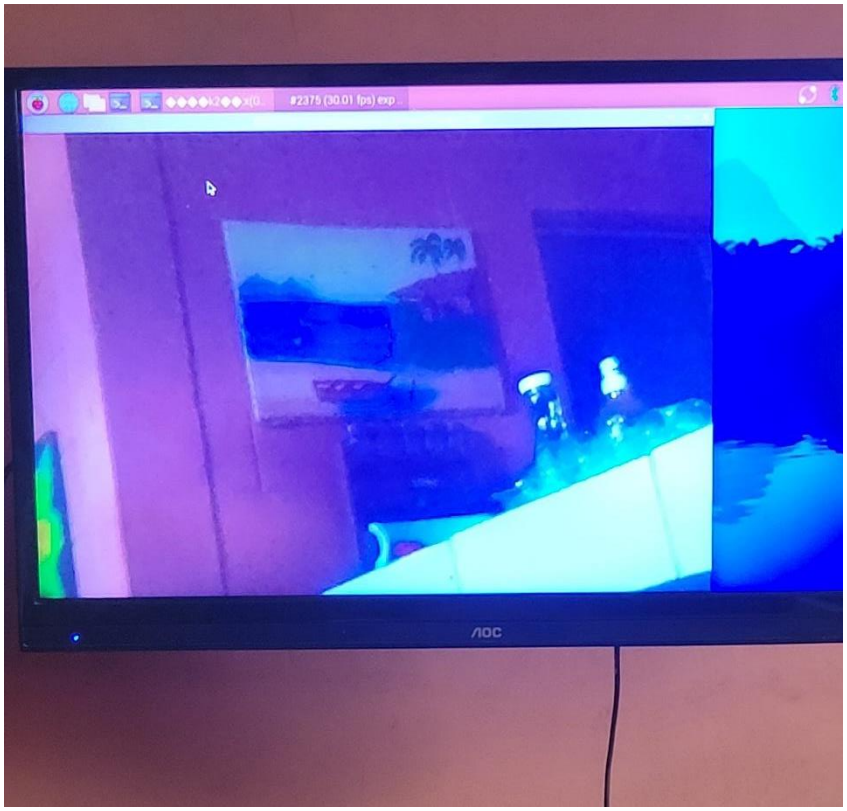
Anexo E. Primera conexión de la Raspberry Pi Zero 2 W



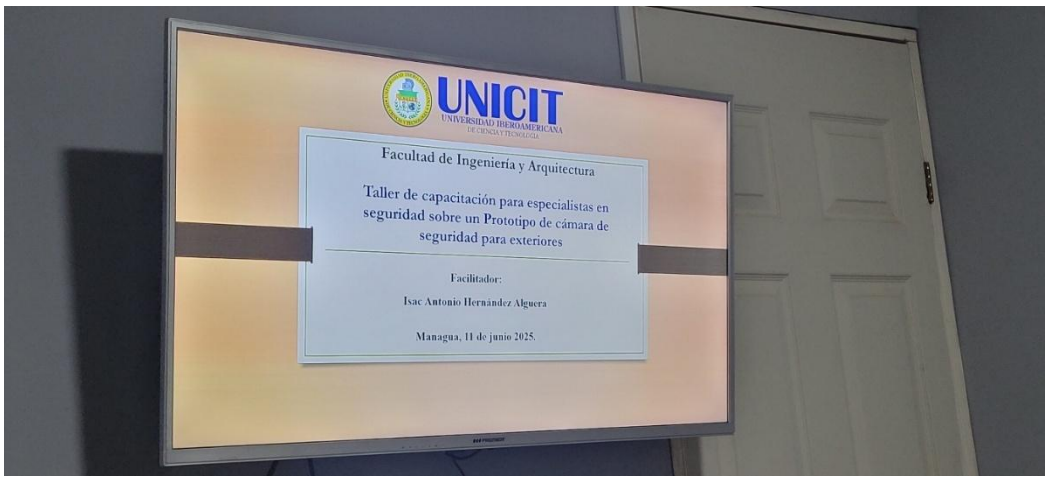



Welcome to the
Raspberry Pi Desktop
Powered by Raspberry Pi OS (32-bit)
systemd-random-seed.service
HDMI
MASTERTECH





Anexo F. Taller de capacitación




PROGRAMA


PROGRAMA




FUNCIONALIDAD Y USO DEL
PROTOTIPO DE CÁMARA







Anexo G. Elaboración de Carcasa





