

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**PROYECTO PARA OPTAR EL GRADO DE**  
**BACHILLERATO EN LA CARRERA DE**  
**INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD**  
**RESIDENCIAL Y COMERCIAL CON NOTIFICACIONES**  
**REMOTAS Y ACTIVACIÓN DE SALIDAS AUXILIARES**  
**PARA IMPLEMENTARSE EN LUGARES ESTRATÉGICOS**  
**EN UNA UNIDAD HABITACIONAL, TOBOSI DEL GUARCO**  
**EN CARTAGO, DURANTE EL TERCER CUATRIMESTRE**  
**DEL 2023**

**Sustentante:**

Emmanuel Cordero Navarro

**Tutor:**

Eduardo Sanabria Guerrero

**Octubre, 2023**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b><i>ÍNDICE DE CONTENIDO</i></b> .....	<b><i>ii</i></b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>DECLARACIÓN JURADA</b> .....	<b>viii</b>
<b>CARTA DEL TUTOR</b> .....	<b>ix</b>
<b>CARTA DEL LECTOR</b> .....	<b>x</b>
<b>AUTORIZACIÓN CENIT</b> .....	<b>xi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiii</b>
<b><i>CAPÍTULO I</i></b> .....	<b>15</b>
<b><i>PROBLEMA DEL PROYECTO</i></b> .....	<b>15</b>
<b>1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>16</b>
1.1.1 Antecedentes del contexto de la empresa .....	16
1.1.2 Justificación del proyecto .....	16
<b>1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	<b>18</b>
<b>1.3 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS</b> .....	<b>26</b>
1.3.1 Objetivo general .....	26
1.3.2 Objetivos específicos .....	26
<b>1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES</b> .....	<b>27</b>
1.4.1 Alcances .....	27
1.4.2 Limitaciones .....	29
<b><i>CAPÍTULO II</i></b> .....	<b>31</b>
<b><i>MARCO TEÓRICO</i></b> .....	<b>31</b>
<b>2.1 TEORÍAS REFERENTES AL DISEÑO A ELABORAR</b> .....	<b>32</b>
2.1.1 Primera fuente de investigación sobre el proyecto.....	<b>34</b>
2.1.2 Segunda fuente de investigación sobre el proyecto .....	<b>37</b>
2.1.3 Tercera fuente de investigación sobre el proyecto .....	<b>41</b>
<b>2.2 CONTEXTUALIZACIÓN DE LAS TEORÍAS</b> .....	<b>44</b>
<b><i>CAPÍTULO III</i></b> .....	<b>46</b>

<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>46</b>
<b>3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>47</b>
3.1.1 Enfoque de la investigación.....	48
3.1.2 Finalidad de la Investigación .....	49
3.1.3 Dimensión Temporal .....	50
3.1.4 Marco de la investigación.....	50
3.1.5 Naturaleza de la investigación .....	51
3.1.6 Carácter de la investigación.....	52
<b>3.2 FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>52</b>
3.2.1 Fuentes primarias.....	53
3.2.2 Fuentes secundarias .....	53
3.2.3 Sujetos de información .....	54
<b>3.3 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS .....</b>	<b>54</b>
3.3.1 Observación.....	54
3.3.2 Entrevista.....	55
3.3.3 Encuesta.....	55
<b>3.4 VARIABLES Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>56</b>
<b>3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>59</b>
<b>3.6 IMPLEMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>62</b>
<b><i>CAPÍTULO IV.....</i></b>	<b>63</b>
<b><i>DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</i></b>	<b>63</b>
<b>4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>64</b>
<b>4.2 RECOLECCIÓN Y VALIDACIÓN DE DATOS .....</b>	<b>65</b>
4.2.1 La Observación.....	65
4.2.2 La Entrevista.....	66
<b>4.3 ANÁLISIS DE BRECHAS .....</b>	<b>68</b>
<b><i>CAPÍTULO V .....</i></b>	<b>70</b>
<b><i>DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO.....</i></b>	<b>70</b>
<b>5.1 ASPECTOS DE DISEÑO.....</b>	<b>71</b>
<b>5.2 PROTOTIPO .....</b>	<b>71</b>
<b>5.3 DEPURACION Y RESULTADOS .....</b>	<b>82</b>
<b>5.4 IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>84</b>
<b>5.5 ANÁLISIS DE COSTOS.....</b>	<b>112</b>
<b>5.6 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO .....</b>	<b>115</b>
<b><i>CAPÍTULO VI.....</i></b>	<b>116</b>

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>116</b>
<b>6.1 CONCLUSIONES.....</b>	<b>117</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>121</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>124</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de bloques sistema de seguridad unidad habitacional.....	18
<b>Figura 2.</b> Diagrama de casusa-efecto del problema.....	21
<b>Figura 3.</b> Esquema de conexiones sensor de movimiento.....	35
<b>Figura 4.</b> Diagrama de pines Rasberry PI.....	36
<b>Figura 5.</b> Representación gráfica de la Raspberry Pi.....	38
<b>Figura 6.</b> Representación gráfica de Cámara 5 megapíxeles.....	39
<b>Figura 7.</b> Sensor PIR HC-SR501.....	39
<b>Figura 8.</b> Estructura lógica del funcionamiento del sistema de seguridad.....	42
<b>Figura 9.</b> Diagrama del funcionamiento del sistema con aplicación Telegram.....	43
<b>Figura 10</b> Diagrama de bloques prototipo.....	72
<b>Figura 11.</b> Instalación del OS usando Raspberry PI Imager.....	73
<b>Figura 12.</b> Instalación de la imagen del Sistema Operativo.....	74
<b>Figura 13.</b> Gestor de opciones del Raspberry Pi.....	74
<b>Figura 14.</b> Opción de archivo para archivo comprimido de descarga.....	75
<b>Figura 15.</b> Escritura del archivo en la SD.....	75
<b>Figura 16.</b> Pantalla de inicio para instalación de OS.....	76
<b>Figura 17.</b> Interfaz para cambiar contraseña del Raspberry Pi.....	77
<b>Figura 18.</b> Ventana de actualización del OS.....	78
<b>Figura 19.</b> Instalación del IDE en el ordenador.....	78
<b>Figura 20.</b> Actualización del sistema mediante apt.....	79
<b>Figura 21.</b> Visualización del OS instalado.....	80
<b>Figura 22.</b> Habilitación de la cámara.....	81
<b>Figura 23.</b> Visualización de GPIO.....	82
<b>Figura 24.</b> Implementación de librerías en Python.....	84
<b>Figura 25.</b> Implementación de notificaciones mediante Telegram.....	85
<b>Figura 26.</b> Implementación de menú de funciones mediante Telegram.....	86
<b>Figura 27.</b> Código para el desarrollo del menú en Telegram.....	86
<b>Figura 28.</b> Envío de Mensaje en Python.....	87
<b>Figura 29.</b> Parámetros de configuración para el correo electrónico.....	87
<b>Figura 30.</b> Imagen visualización de imagen en bandeja de entrada.....	88
<b>Figura 31.</b> Configuración contraseña de Gmail.....	89
<b>Figura 32.</b> Referencia de prototipo.....	90
<b>Figura 33</b> Gabinete para el circuito y placa Raspberry.....	90
<b>Figura 34.</b> Alerta interrupción de corriente.....	91
<b>Figura 35</b> UPS back up.....	92
<b>Figura 36.</b> Código fuente para la interrupción de corriente.....	92
<b>Figura 37.</b> Diagrama conexión GPIO 17, detector de voltaje.....	93
<b>Figura 38.</b> Bitácora en el dispositivo Raspberry.....	94
<b>Figura 39</b> Gabinete centralizado.....	95

<b>Figura 40</b>	Protección para cámara de Raspberry .....	95
<b>Figura 41</b>	Instalación Centralizada en el gabinete.....	96
<b>Figura 42</b>	Instalación de sensor magnético. ....	97
<b>Figura 43</b>	Instalación de sensor PIR.....	98
<b>Figura 44</b>	Distribución de sensores .....	99
<b>Figura 45</b>	Máquina de humo .....	100
<b>Figura 46</b>	Sirena 12V DC.....	101
<b>Figura 47.</b>	Instalación de la librería OpenCV.....	108
<b>Figura 48.</b>	Comprobación de la instalación librería import cv2.....	108
<b>Figura 49.</b>	Error de importación librería numpy. ....	109
<b>Figura 50.</b>	Diagrama de flujo solución error librería numpy .....	109
<b>Figura 51.</b>	Desinstalación librería numpy .....	110
<b>Figura 52.</b>	Instalación librería numpy. ....	110
<b>Figura 53</b>	Verificación de la versión de import cv2.....	111
<b>Figura 54</b>	Error en el archivo de atributo Cascade .....	111
<b>Figura 55</b>	Instalación del archivo XML. ....	111
<b>Figura 56.</b>	Salarios mínimos en Costa Rica por ocupación 2024.....	114

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Comparación de fuentes bibliográficas. ....	43
<b>Tabla 2.</b> Variables de la Investigación revisar respecto al orden de objetivos .....	57
<b>Tabla 3.</b> Diseño de la Investigación.....	60
<b>Tabla 4.</b> Línea de tiempo del proyecto. ....	62
<b>Tabla 5</b> Tabla resumen de entrevista .....	67
<b>Tabla 6.</b> Costo de materiales utilizados. ....	112
<b>Tabla 7</b> Costo de implementación del prototipo.....	113
<b>Tabla 8</b> Costo total del proyecto.....	115

## DECLARACIÓN JURADA

### DECLARACIÓN JURADA

Yo Emmanuel Cordero Navarro, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 304040736 egresado de la carrera de Ingeniería en Electrónica de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería en Electrónica, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado:

Desarrollo de un sistema de seguridad residencial y comercial con notificaciones remotas y activación de salidas auxiliares para implementarse en lugares estratégicos en una unidad habitacional, Tobosí del Guarco en Cartago, durante el tercer cuatrimestre del 2023, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de Cartago, a los 12 días del mes de abril del año dos mil veinticuatro.



---

Firma del estudiante

## CARTA DEL TUTOR



### CARTA DEL TUTOR

San José, 05 de Abril del 2024

Señores  
Departamento de Registro  
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Emmanuel Cordero Navarro, cédula de identidad número 304040736, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD RESIDENCIAL Y COMERCIAL CON NOTIFICACIONES REMOTAS Y ACTIVACIÓN DE SALIDAS AUXILIARES PARA IMPLEMENTARSE EN LUGARES ESTRATÉGICOS EN UNA UNIDAD HABITACIONAL, TOBOSI DEL GUARCO EN CARTAGO, DURANTE EL TERCER CUATRIMESTRE DEL 2023", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

Tabla 1 Calificación del proyecto

#	Rubro	% Teórico	% Asignado
a	Original del tema.	10	9
b	Cumplimiento de entrega de avances.	20	20
c	Coherencia entre los objetivos, los instrumentos aplicados y los resultados de la investigación.	30	26
d	Relevancia de las conclusiones y recomendaciones.	20	20
e	Calidad, detalle del marco teórico.	20	17
Total:		100	92

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Ing. Eduardo Sanabria Guerrero  
Céd: 108610714  
Tutor

## CARTA DEL LECTOR



### CARTA DEL LECTOR

San José, 13 de agosto, del 2024

Señores  
Departamento de Registro  
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante **Emmanuel Cordero Navarro**, cédula de identidad número **3-0404-0736**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **"DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD RESIDENCIAL Y COMERCIAL CON NOTIFICACIONES REMOTAS Y ACTIVACIÓN DE SALIDAS AUXILIARES PARA IMPLEMENTARSE EN LUGARES ESTRATÉGICOS EN UNA UNIDAD HABITACIONAL, TOBOSI DEL GUARCO EN CARTAGO, DURANTE EL TERCER CUATRIMESTRE DEL 2023."**, el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,

DANIEL HUMBERTO VALVERDE RAMIREZ (FIRMA)  
Firmado digitalmente por  
DANIEL HUMBERTO  
VALVERDE RAMIREZ (FIRMA)  
Fecha: 2024.08.13 22:59:14  
+06'00'

Ing. Daniel Valverde Ramírez  
Cédula de identidad: 3-03490012  
Carné colegio profesional: IEL-10109

## AUTORIZACIÓN CENIT

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)  
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA  
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 14 de Agosto 2024

Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) **Emmanuel Cordero Navarro** con número de identificación **304040736** autor (a) del trabajo de graduación titulado **Desarrollo de un sistema de seguridad residencial y comercial con notificaciones remotas y activación de salidas auxiliares para implementarse en lugares estratégicos en una unidad habitacional, Tobosí del Guarco en Cartago, durante el tercer cuatrimestre del 2023** presentado y aprobado en el año **2024** como requisito para optar por el título de **Bachillerato de Ingeniería Electrónica**; SI autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,  
Emmanuel Cordero Navarro  
Documento de Identidad : 304040736



Firma

**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)  
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y  
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

**Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional**

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.
- b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana
- c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.

## RESUMEN

Con el pasar el tiempo la sociedad ha ido evolucionando en todos los aspectos del entorno, y uno de ellos es la necesidad de la protección de los bienes materiales y el espacio privado, tanto de las unidades habitacionales como de los comercios; se ha visto que cada vez son más frecuentes y con más violencia los hurtos.

Con la ayuda de la tecnología y las herramientas que se pueden obtener a un costo razonable se va a desarrollar un sistema de seguridad con los requerimientos que el cliente necesite, con notificaciones remotas en tiempo real, así como la ejecución de acciones que pretenden alertar y hacer saber a los habitantes que se está ejecutando una acción ante el vandalismo, en primera instancia lo que se pretende es una respuesta preventiva que a todas formas no evita que el hecho se realice, esto por razones de comportamiento y accionar de las personas que es un aspecto difícil de controlar.

Otras condiciones que se toman en cuenta para la realización del proyecto es la salud física y mental de los habitantes de las unidades habitacionales y negocios, en el caso específico de los habitantes de la casa la familia Cordero Alvarado que en su mayor parte de tiempo durante el día pasan en el trabajo con una preocupación extra que al llegar su hogar este se encuentre violentado proporcionando pérdidas económicas y daños psicológicos al ver su espacio íntimo vulnerado.

Parte importante de esta implementación es que la casa se encuentra desde su construcción con las previstas para el cableado y su centro de distribución, esto ayuda en gran manera a reducir el tiempo de instalación, mejor estética, más seguridad y costos para no realizar algún tipo de retrabajo, como tener que reparar paredes para instalar tuberías y colocar sensores entre otras tareas necesarias ante una adecuada instalación.

Se toman en cuenta aspectos de disuasión como la máquina de humo que se activa cuando el sistema de alarma se dispare, la sirena de aviso y la luz cuando se encuentre de noche.

La investigación es un tema fundamental para el proyecto, dado que a nivel de proyectos similares existe muy poca información; se toman aspectos de seguridad como UPS en caso de que la corriente eléctrica sea interrumpida y el sistema siga operando, la parte de documentación y pruebas es muy importante en caso de ser requeridos para fines probatorios legales con las bitácoras y las fotografías adjuntas de correo, como sugerencia se tratara de implementar algún sistema de IA que ayude a reconocer tendencias de rostros y análisis para poder tomar acciones de prevención.

Se toma como base la plataforma principal de Raspberry para que sea la interfase de control que ayude a ejecutar las tareas necesarias del sistema por su gran versatilidad, prestaciones y costos. Es de suma importancia desarrollar un sistema estable y confiable por la función de seguridad que desempeña, además de brindar credibilidad a los dueños de casas y locales comerciales que invierten mucho dinero y trabajo en obtener los bienes materiales.

**CAPÍTULO I**  
**PROBLEMA DEL PROYECTO**

## **1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Sobre el emprendimiento a desarrollar con respecto a los antecedentes, a nivel administrativo entre otros aspectos que permiten una gestión a nivel de imagen las mismas no están disponibles, luego de validaciones se determinó que la misión y la visión no es un aspecto que el emprendimiento esté desarrollando a un corto plazo, en el momento que la idea se encuentre más robusta será un aspecto por desarrollar.

### **1.1.1 Antecedentes del contexto de la empresa**

Como se mencionó anteriormente, este apartado es un aspecto para desarrollar más adelante puesto que no hay antecedentes de un proyecto similar en esta unidad habitacional, cuando la idea y el proyecto estén en una etapa más madura se contará con dicha evaluación sobre la constitución de la visión y misión de una forma determinada en esta fase del proyecto se omite el contexto de la empresa, además de eso no se constituye un aspecto jerárquico de una estructura administrativa empresarial.

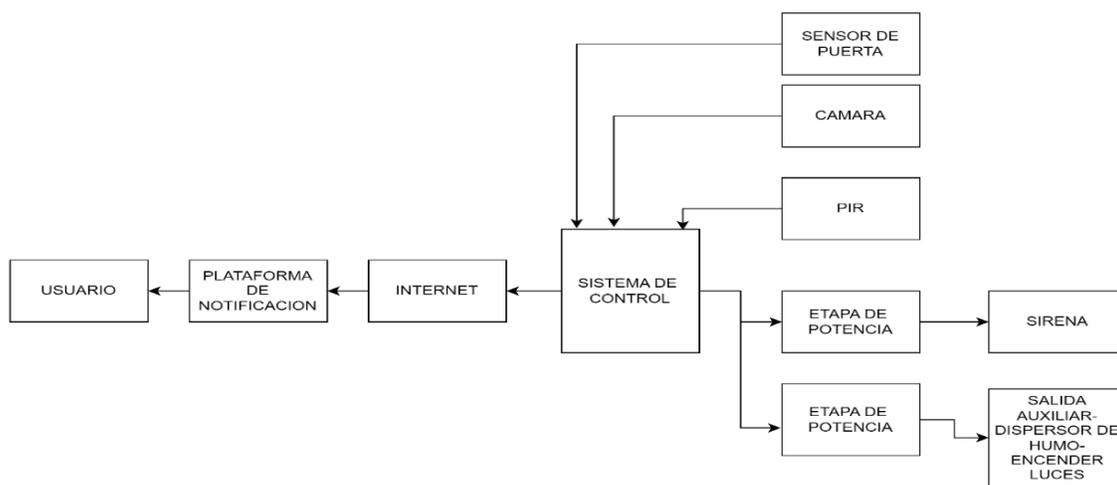
### **1.1.2 Justificación del proyecto**

En la actualidad la seguridad juega un papel muy importante en la ciudadanía como se puede mostrar en el apartado de (Céspedes, 2023), teniendo en cuenta aspectos muy importantes para valorar, tanto para proteger los bienes materiales, como la integridad de las personas por este motivo se implementará un sistema de seguridad integral que fácilmente puede ser adaptado en instancias residenciales como comerciales, en este caso se implementará en una unidad habitacional ubicada en barrio la cruz en Tobosí del Guarco Cartago, dado que surge la necesidad de un monitoreo remoto debido a que los habitantes trabajan y el inmueble pasa gran parte del día solo. La ventaja de este sistema es que puede instalarse fácilmente donde el cliente

así lo crea necesario, al mismo tiempo que contará con un gabinete para mayor seguridad y protección.

Para tener un buen resultado en el proyecto se toman primeramente las necesidades y requerimientos del cliente, de ahí se parte para tener un panorama más amplio de la necesidad; en este caso se ocupa tener un monitoreo en tiempo real de los bienes, dado que la casa permanece deshabitada durante la mayor parte del día por situaciones laborales, una vez establecido este parámetro se empieza a trabajar para una posible solución como se puede mostrar en la Figura 1. En el desarrollo del proyecto se toma en cuenta la implementación de un microcontrolador ya que se le puede programar funciones según las necesidades y tiene la facilidad de poder enlazarlo a plataformas para las posibles notificaciones; una vez que se cuente con los componentes necesarios como la cámara de 5 megapíxeles, PIR, relés para manejo de potencia entre otros se realizan las validaciones necesarias de software y hardware correspondientes.

**Figura 1.**Diagrama de bloques sistema de seguridad unidad habitacional



Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Una vez pasada esta etapa, se debe realizar toda la documentación necesaria para presentarla a la Universidad para su validación, en este apartado se debe realizar todo el trabajo escrito para ver puntos de mejora y realizar las modificaciones necesarias y así obtener un producto de calidad final y sobrepasar las expectativas del cliente.

Posteriormente se debe de tener todas las pruebas finales y entregar el producto al cliente con todas las verificaciones necesarias para asegurarse que el sistema opere bien y sea confiable, así mismo se debe atender las consultas por parte del cliente, sobre la operación del sistema de seguridad y finalmente se entregará el sistema probado y funcionando al cliente.

## 1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos tiempos han surgido alternativas en lo que respecta a materia de seguridad residencial y comercial, las mismas no han sido suficientes teniendo en cuenta que los tiempos de robo son cada vez más cortos y con mayor violencia, según el artículo de (Carvajal, 2023),

donde se puede exponer la gran oleada de violencia que se vive en este momento. Por esto, el presente proyecto está enfocado en dar un complemento de seguridad a los locales comerciales y a los hogares mediante el uso de tecnologías como la integración de un microcontrolador, un sensor de movimiento y una cámara que permitan reducir y principalmente prevenir el riesgo de robo en estas instalaciones, promoviendo claramente así una nueva opción de seguridad.

De antemano la problemática de seguridad en nuestro país lejos de disminuir tiende a hacer mayor y esta solución surge para aquellas personas que habitan en lugares conflictivos como lo menciona el artículo de (McAdam, 2022), donde no se tiene la seguridad que existe un condominio por fijar un ejemplo; hay que tomar en cuenta que la situación de seguridad y los robos son una situación social muy compleja, la idea es con los recursos electrónicos se pueda dotar de esa seguridad y mantener la tranquilidad y paz que tanto se busca.

Para evaluar de la forma correcta la problemática expuesta, se deben tener consideraciones muy específicas como lo son las sociales, un ejemplo específico es la falta de trabajo, esto genera que las personas busquen de una forma ilícita obtener dinero, ya sea para subsistir o el mismo consumo de drogas (Álvarez, Costa Rica al filo de la violencia, 2023). En ciertos lugares del país es de suma importancia tener resguardados y monitoreados los bienes, ya que la incidencia es mayor y con más violencia.

A partir de esa necesidad y ante la problemática mencionada, se debe tener una posible ejecución para generar un sistema de seguridad electrónico, además la falta de poder monitorear eso que tanto cuesta a nivel en lo que respecta a cuestiones materiales, el uso de un microprocesador y las plataformas de comunicación, junto con los periféricos se vuelven

indispensables, con ejecuciones y comandos que se convierten en un sistema electrónico de seguridad.

Adicionalmente, para este fin se considera el uso del diagrama causa efecto que permite evaluar mediante una forma más desarrollada todas las causas posibles y sus efectos que desencadena en una solución del problema como lo mencionado por (Rodriguez, 2023); define además las reglas básicas a seguir para la construcción y la correcta interpretación de los Diagramas Causa-Efecto, resaltando las situaciones en que pueden o deben ser utilizados. A todas aquellas situaciones en las que es necesario buscar y/o estructurar relaciones lógicas causa-efecto, su utilización será beneficiosa para el desarrollo del proyecto abordado.

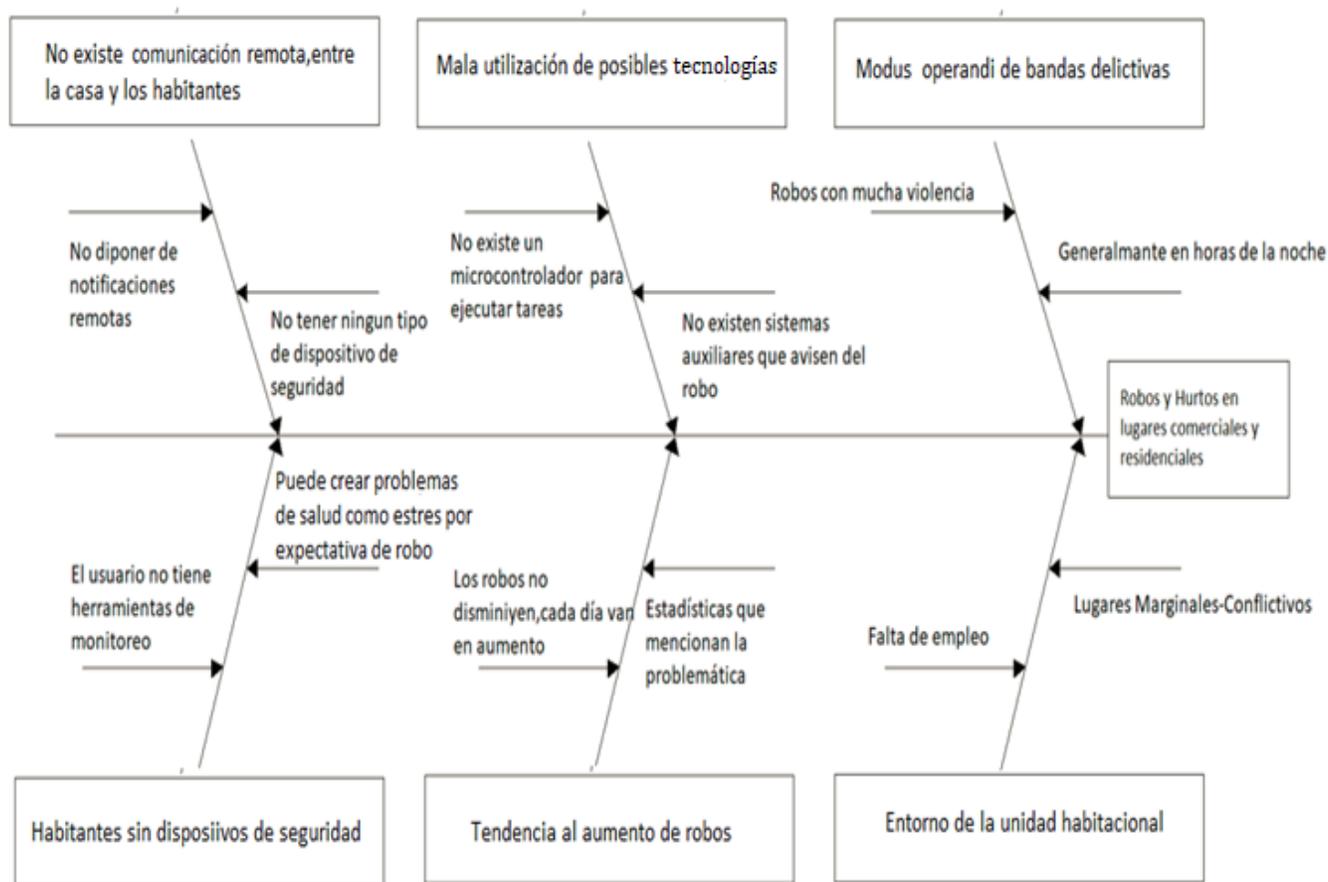
El Diagrama Causa-Efecto es una representación gráfica que muestra la relación cualitativa e hipotética de los diversos factores que pueden contribuir a un efecto o fenómeno determinado. Se citan una serie de características principales que ayudan a comprender la naturaleza de la herramienta. El impacto visual muestra las interrelaciones entre un efecto y sus posibles causas de forma ordenada, clara, precisa y de un solo golpe de vista. La capacidad de comunicación muestra las posibles interrelaciones causa-efecto permitiendo una mejor comprensión del fenómeno en estudio, incluso en situaciones muy complejas.

Para este caso en particular, se toman en cuenta la 6M donde se abarcan las diferentes causas que intervienen en el problema raíz, cada una de ellas teniendo como consecuencia sus efectos, se debe de tomar en cuenta un aspecto muy importante el cual es que el desarrollo del proyecto no se lleva a cabo en una empresa y no hay operarios involucrados en el proceso, como comúnmente se daría en el ámbito industrial o productivo.

Todas las ideas van en relación con una pregunta en específico, que en este caso es la de los robos y hurtos en lugares comerciales y residenciales, que es el objeto de estudio en este apartado en particular; esto ayudará a tener una mejor visualización del problema y de alguna manera se obtendrá un resumen más directo y detallado para la formulación de sus causas y efectos.

A continuación, se presenta el diagrama de Ishikawa donde se muestran los detalles antes mencionados.

**Figura 2.**Diagrama de casusa-efecto del problema



Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Como se muestra en el diagrama de Ishikawa, se observan diferentes causas y consecuencias que producen los robos y hurtos en las residencias y comercios, para entender más a fondo se explica las 6M detalladamente.

- a) **Modus operandi de bandas delictivas:** En este apartado se considera parte del problema las horas de la noche, según lo muestra el artículo de (Morales, 2023), ya que son las horas más propensas a tener incidencias de robos por la falta de visibilidad, seguridad y por lo general los ocupantes de las viviendas no están presentes debido a diferentes circunstancias, esto es aprovechado para que se cometan los diferentes delitos. Además de tomar en cuenta que los robos cada día se generan con más violencia y esto genera que ocurran más homicidios, ya que las personas que perpetúan los robos no tienen conciencia ni piedad para conseguir su objetivo, esto es parte de la problemática que se ocupa prevenir detectando todo este tipo de situaciones.
- b) **Mala utilización de posibles tecnologías:** Si bien es cierto que la mayoría de los dispositivos electrónicos de seguridad lo que pretenden es prevenir los robos, se debe de tomar en cuenta que si estos no están, es mucho más fácil para los ladrones cometer los delitos, de una u otra forma los dispositivos ya instalados ayudan a que se elijan lugares que estén más vulnerables y de fácil acceso, en este caso no se cuenta con ningún tipo de dispositivo de seguridad para poder brindarle a los ocupantes de la unidad habitacional esa seguridad que se necesita; por otra parte se debe implementar un sistema de seguridad que tenga la capacidad de procesamiento de información y enlace a diferentes plataformas de notificación, para que además se generen alarmas mediante sistemas

auxiliares que pretendan advertir tanto a los ladrones como a los usuarios y se tomen las acciones necesarias para evitar los robos.

- c) **No existe comunicación remota entre la casa y los habitantes:** con la apertura de las diferentes plataformas a través de internet, se puede sacar provecho de estar comunicado en tiempo real, esto en la seguridad juega un papel muy importante ya que se puede estar alerta de lo que sucede y tratar de ejecutar alguna acción, en este momento no se tiene un sistema de notificaciones remotas por lo que la implementación de las mismas es de suma importancia y es uno de los requerimientos que ocupa el cliente. A parte tampoco se cuenta en sitio con algún dispositivo de seguridad que le brinde al usuario eso que tanto busca, como lo es el cuidado de todos los bienes materiales que con gran esfuerzo ha llegado a obtener a lo largo del tiempo.
- d) **Habitantes sin dispositivos de seguridad:** en este caso al no poseer ningún tipo de planta de producción o empresa explícitamente donde los operarios ejecuten las labores, se debe tener en cuenta que los operarios propiamente van hacer los usuarios o dueños de los locales comerciales, por ende ellos no cuentan en este momento con ningún tipo de dispositivo el cual puedan ejecutar para generar la seguridad que se busca, asumiendo esa condición, el problema presenta proveer de esa herramienta para que el usuario pueda intervenir mediante la manipulación del sistema de seguridad, este debe ser amigable a la hora de su manipulación, ya que puede ser ejecutado por terceras personas que estén a cargo de los lugares y que no necesariamente son los dueños. Esto conlleva otra problemática que es la física mental, ya que el usuario puede tener cuadros de estrés por estar pensando en la seguridad o en su debido caso que ya se haya tenido algún tipo de robo, esto por dar un ejemplo, las personas que viven en el hogar deben salir todos los

días a trabajar y estar pensando si cuando regresan van a tener la mala noticia que se cometió un robo, esto genera un desgaste físico y mental a mediano plazo que se debe tomar en cuenta.

- e) **Tendencia al aumento de robos:** un tema que preocupa grandemente es el aumento que se presenta en la cantidad de robos a viviendas según las estadísticas de (Carvajal, 2023), es un problema generalizado en todo el país y no se está propenso a sufrir de este mal que aqueja la población; sin embargo en ocasiones se ve como algo normalizado día con día, al tener esta alta incidencia del problema, se debe de plantear una posible solución, basándose en dispositivos electrónicos que puedan brindar esa seguridad que se busca y atendiendo debidamente las necesidades del cliente, para que con un pequeño presupuesto, se puedan satisfacer dichas necesidades.
- f) **Entorno de la unidad habitacional:** en lo que respecta a los barrios cada vez se hacen más conflictivos, es por eso que la falta de empleo y las drogas según (Álvarez, Costa Rica al filo de la violencia, 2023), que son dos de los factores principales que provocan este fenómeno social, lleguen a los hogares y negocios de todo el país, como una radiografía donde se vislumbra el peor escenario, así se vive la actualidad del país en términos del crecimiento de la violencia; según datos del Organismo de Investigación Judicial (OIJ), solo en los primeros dos meses del 2023 se contabilizaron 142 casos de homicidios, se viven luchas entre bandas de crimen organizado. De acuerdo con las estadísticas, el principal motivo de los homicidios es lo que se conoce popularmente como ajustes de cuentas, que generalmente están relacionados con la lucha entre bandas criminales que quieren obtener el control de plazas para vender drogas, de esta manera este tipo de escenas impactan indirectamente a nuestros hogares y residencias

A partir del análisis causa raíz queda claro cuál es el problema que posee el cliente, por ello se plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo implementar un dispositivo de seguridad electrónico mediante una plataforma que tenga la capacidad de ejecutar acciones de respuesta ante activaciones de los diferentes sistemas en zonas vulnerables tales como: puertas, ventanas y cielorrasos adicionando notificaciones remotas cuando se presenta un robo en el hogar?.

### **1.3 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS**

Para poder establecer una mejor ruta del proyecto a continuación se enumeran y detallan el objetivo general y los específicos.

#### **1.3.1 Objetivo general**

Desarrollar un sistema de seguridad electrónico mediante la implementación de una plataforma Raspberry Pi que ayude a la prevención y al monitoreo de la seguridad en zonas vulnerables tales como: puertas, ventanas y cielorrasos mediante notificaciones remotas en una unidad habitacional de Tobosí del Guarco.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Identificar los problemas y requerimientos que necesita el cliente con respecto al tema de seguridad residencial.
2. Determinar las diferentes circunstancias que dan pie a los robos y la mejor manera de adaptar el sistema de seguridad.
3. Investigar las características de los diferentes sistemas de seguridad actuales y plantear mejoras en aspectos de seguridad.
4. Elegir las ubicaciones más vulnerables de la casa y cuales son más factibles para la implementación del prototipo.
5. Determinar los elementos electrónicos y materiales requeridos para el desarrollo sistema, tomando en cuenta las mejores prácticas del mercado y las tecnologías existentes para la implementación en el prototipo.

6. Implementar un sistema de notificaciones remotas que permitan al usuario darse cuenta del estado en tiempo real del sistema de seguridad.
7. Comprobar la efectividad del sistema electrónico de seguridad, a través de pruebas de laboratorio y de campo.
8. Implementar el uso de alguna herramienta de IA, a través de las imágenes capturadas para un mejor uso de la información.
9. Determinar el valor económico del prototipo para determinar la relación costo-beneficio y su viabilidad.

## **1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES**

Para tener una mayor visión de los alcances y limitaciones y abordar de una mejor forma la información, debe referirse a la siguiente información acerca de los alcances y limitaciones

### **1.4.1 Alcances**

- a. Análisis de tecnologías.

El alcance principal de la investigación y su implementación es brindar a los dueños de los locales comerciales y residenciales una alternativa de seguridad a bajo costo, eficaz en el tiempo de detección y de alerta al dueño, previniendo pérdidas económicas vitales para cualquier ciudadano por robo en su establecimiento o unidad habitacional.

Mediante la implementación de este proyecto que está basado en un sistema para prevenir robos en locales comerciales y a nivel residencial, utilizando un microcontrolador, además de una cámara, un sensor de infrarrojos, una alerta sonora, sensor de detección para apertura de puerta, salida para activación de luces o dispensador de humo, los cuales permiten integrarse y conocer si existe movimiento, notificar y además ejecutar una acción para que el intruso se sienta persuadido, ya sea que detecte un movimiento en un lugar específico con un tiempo programado

que puede ser de 10 segundos o que se dispare el sensor de puertas. Esta información será enviada a una cuenta de correo electrónico y una notificación mediante Telegram que por lo general es una aplicación muy usada en teléfonos móviles, adjuntando una captura de la imagen al correo que pueda servir como evidencia; de esta manera, el propietario toma una decisión de acuerdo con la situación notificada. Para la integración de este componente es necesario el uso del sistema operativo y una configuración de un servidor de SMTP y la plataforma de Telegram para el envío de la foto capturada al correo electrónico. El sistema garantiza la detección del movimiento mediante un sensor PIR con un lente Fresnel de 19 zonas con ángulo de  $<100^\circ$  como se muestra en el artículo (Granados, 2015), pero es dependiente de la iluminación que se tenga para la captura de la imagen; de esta manera, es una alternativa de seguridad funcional de bajo costo que puede ayudar a monitorear los bienes de las personas y de las empresas de una forma remota, con la facilidad de la internet, además se va a evaluar el uso de una bitácora con información como fecha y hora, donde se evaluará la implementación de algún tipo de notificación cuando el sistema de alimentación se vea interrumpido.

b. Desarrollo de prototipo.

Para el desarrollo del prototipo se piensa iniciar con la implementación de una plataforma, en el cual se está considerando un Raspberry Pi, el mismo se puede enlazar a diferentes plataformas de notificación, además de la programación de salidas auxiliares que ayudan al aviso de las alertas, se debe contar además con un sensor tipo PIR, una sirena, cámara, contacto magnético para puerta, si se desea un dispensador de humo, fuente de alimentación y un respaldo de batería por si la alimentación es interrumpida, todo esto en conjunto se asocia para tener un sistema de seguridad que garantice funcionabilidad y efectividad.

Cabe resaltar que se pretende tener un sistema que se le puedan realizar modificaciones de acuerdo con las necesidades del cliente, no se trata de tener un sistema cerrado que no se le puedan implementar mejoras, esto a partir de su estructura y programación- basado en el detalle de la fabricación. Se pretende además realizar el debido análisis de mercado y poder referenciar el producto con algunas bondades adicionales que los sistemas de seguridad existentes o actuales aun no lo tengan, para así tener mejores prestaciones y funciones.

#### **1.4.2 Limitaciones**

Posterior al análisis del proyecto, se plantean las siguientes limitaciones como se muestra en (Arca, 2023), para el sistema de seguridad residencial:

Para tener un mejor contexto de los sistemas de seguridad electrónicos, se deben de tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Un sistema de seguridad puede tener varias limitaciones, entre las cuales se incluyen:

a) Dependencia de energía eléctrica:

La mayoría de los sistemas de seguridad requieren energía eléctrica para funcionar. Esto significa que, en caso de un corte de energía eléctrica o un fallo en el suministro, el sistema puede quedar inoperante.

b) Accesibilidad a los hackers:

Los avances tecnológicos y el tener acceso a la red de internet también pueden ser aprovechados por personas malintencionadas para acceder al sistema de seguridad y desactivarlo o manipularlo. Esto podría comprometer la seguridad del lugar protegido.

c) Limitaciones de cobertura estructural en la unidad habitacional:

Algunos sistemas de seguridad, como las cámaras de seguridad o los sensores de movimiento, tienen limitaciones en cuanto a su alcance y capacidad de monitorear

grandes áreas. Esto significa que podría haber puntos ciegos en el sistema de seguridad donde no se registren actividades sospechosas.

d) Falsas alarmas:

Los sistemas de seguridad a veces pueden activarse incorrectamente debido a factores como mascotas, cambios ambientales o fallas técnicas. Estas falsas alarmas pueden llevar a respuestas innecesarias de las autoridades o generar ansiedad en los usuarios.

e) Costos:

Dependiendo del tipo de sistema de seguridad, su instalación y mantenimiento pueden requerir una inversión considerable. Esto puede limitar la accesibilidad a sistemas de seguridad más avanzados para algunas personas o empresas.

f) Una de las limitantes más relevante, es que el sistema de seguridad previene y no evita que se ejecute el robo, inclusive en los sistemas de seguridad más importantes como lo son los bancos se generan robos, aunque con menos incidencia, estos cuando se ejecutan generalmente se usa mucha violencia y hasta la pérdida de vidas humanas.

g) Conexión remota:

Se debe de tener en cuenta que, si la red falla no se va a tener comunicación entre usuario y el dispositivo, por ende, no se tendrán notificaciones. Es importante tener en cuenta estas limitaciones al implementar un sistema de seguridad y asegurarse de tomar medidas adicionales para mitigar los riesgos potenciales.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

En lo referente a las teorías de diseño, se deben de tomar en cuenta desarrollos anteriores para tener un criterio más amplio y poder generar ideas o implementaciones que ayuden a un mejor desarrollo del proyecto; en este apartado se toma en cuenta aspectos de evolución, comparativos y como nació la idea principal de la solución propuesta. Es importante abordar un alineamiento de las teorías que se vayan a estudiar, además que se tenga una estructura cronológica que describa bien el contexto teórico de la solución.

## **2.1 TEORÍAS REFERENTES AL DISEÑO A ELABORAR**

En lo que respecta a un contexto histórico sobre los sistemas de seguridad en unidades habitacionales y residenciales según (Brown, 2017), describe cuales fueron sus inicios y las necesidades de la época, es de resaltar que los sistemas de seguridad conocidos hoy en día son más sofisticados que nunca, la idea de un dispositivo que permitiera ver que ocurría en los hogares de manera remota, parecía imposible de lograr por allá en los 1960's; el sistema de seguridad para hogar fue inventado por una mujer americana en el año de 1960, sin embargo esa no es toda la historia, la enfermera neoyorquina Marie Van Brittan Brown residía en Queens, NY, junto con su esposo Albert Brown, se le ocurrió la idea de un sistema de seguridad para su casa, que le permitiría a ella y su esposo visualizar que habría frente a la puerta antes de abrirla sin ser notados por la cercanía.

Su necesidad se evidenció dado a la gran oleada de violencia y crimen que aumentaba en su vecindario, lo cual la hizo preocuparse a cerca de la seguridad de su hogar, dado que como profesional de la enfermería sus horarios podían extenderse cada vez más. Por otro lado, su

esposo trabajaba como electricista, que se ausentaba la mayor parte de la noche. Lo cual preocupaba a Marie, no le parecía segura permanecer sola en las horas de la noche.

Para sentirse más segura y menos vulnerable, Marie y su esposo se embarcaron en un viaje de crear un sistema de seguridad para hogar de audio y video que les permitiera identificar al visitante antes de abrir la puerta de su apartamento. Este dispositivo tenía cámaras, comunicación de doble vía, cerraduras de control remoto, incluso un botón de alarma que podía enviar una señal directamente a la policía.

Marie y su esposo archivaron una patente de su invención en 1966, escribiendo así su nombre en la historia de los sistemas de seguridad que actualmente se encuentran en muchos hogares, la cual 3 años después fue aprobada.

Actualmente se utiliza el mismo principio en los sistemas de seguridad, son más pequeños y claramente más avanzados a la versión de Marie. La mayoría de los sistemas usados actualmente se conforman por la idea original de un sistema cerrado de televisión, el cual lo compone: monitoreo en video, cerraduras de control remoto para puertas, comunicación de doble vía, sistema de botón de alarma o pánico, mensaje rápido al proveedor de seguridad, mensaje de alerta a la policía o usuarios que están incorporados al sistema a través de SMS o llamadas telefónicas, para poder abordar más a fondo se deben incluir varias investigaciones bibliográficas donde se enfatizan en el tema de estudio en lo que respecta a la seguridad residencial y comercial utilizando plataformas de notificación e implementando cámara de seguridad y sensores que en conjunto brindan un sistema de seguridad, lo cual es importante para tener como referencia un criterio más amplio de estudio, se puede tener la integración de las siguientes investigaciones bibliográficas:

### 2.1.1 Primera fuente de investigación sobre el proyecto

Según esta investigación realizada por (Dunjó, 2021), se hace énfasis en un sistema de seguridad basado en la implementación de una alarma que sea capaz de enviar una notificación a un dispositivo móvil cuando detecte un intruso, algo que se asemeja realmente al interés del proyecto a desarrollar. Como parte de ese desarrollo se tomó en cuenta de que las señales se trataran de un falso positivo o de un acceso autorizado (familia) la idea era que se pudiera ver quién ha accedido al domicilio (preferiblemente en tiempo real). Además, aprovechando que ya se tenía implementado el servidor VPN, se podrá gestionar la alarma desde cualquier lugar con “total” seguridad.

Para implementar este desarrollo, se requirieron los siguientes materiales:

- Raspberry Pi con puertos GPIO y conectada a internet (en mi caso Raspberry Pi 4 B).
- Cámara para la Raspberry Pi se recomienda que tenga las siguientes características:

Objetivo gran angular u ojo de pescado (cuantos más grados de FOV mejor).

Visión nocturna (dos focos de luz infrarroja).

Que encienda y apague la luz infrarroja dependiendo de la luz ambiente.

Que se pueda ajustar el enfoque de la cámara, aunque sea manualmente.

- Un reproductor de streaming: se usó el VLC que es muy ligero y tiene aplicación para para cualquier sistema operativo y por dispositivos móviles.
- Un sensor de movimiento para Raspberry: cómo son económicos se recomienda comprar 2 o 3 ya que es bastante fácil que alguno falle.
- Cables para conectar el sensor: realmente sólo son necesarios 3 hilos que sean hembra por las dos puntas pero si no tiene cables, puede comprar un pack como este y olvidarse por mucho tiempo.

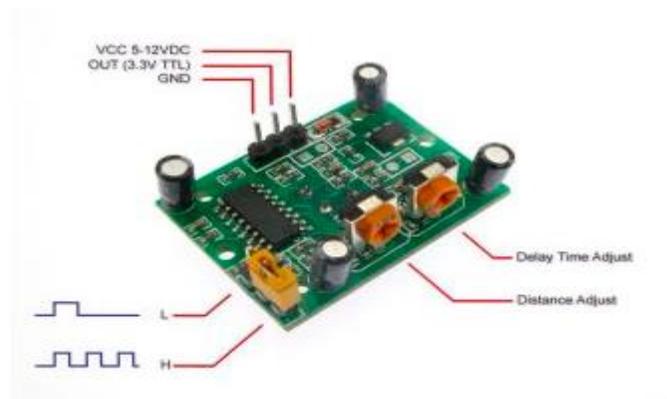
- Un cliente SSH: en este caso se usó el RaspController que es una pequeña maravilla para gestionar remotamente la Raspberry.

En la parte de electrónica se implementó lo siguiente:

Sensor de movimiento, el sensor de movimiento tiene las siguientes partes:

- Pin VCC (alimentación de 5v).
- Pin OUT (el que envía la señal si se ha detectado un movimiento).
- Pin GND (tierra).
- Delay Time adjust: Potenciómetro para regular el tiempo que pasa entre que detecta el movimiento y envía la señal.
- Distance adjust: Potenciómetro para regular la sensibilidad.

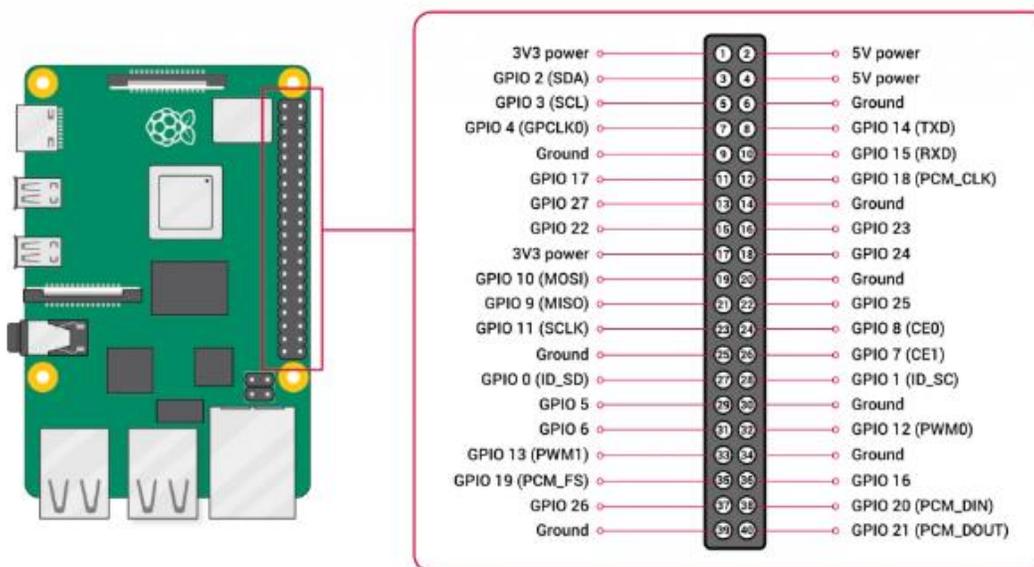
**Figura 3.**Esquema de conexiones sensor de movimiento



Fuente: (Dunjó, 2021)

Por otro lado, se debe tener el pin out de la Raspberry 4 para referencia de conexiones (también es válido para la Raspberry 3).

**Figura 4.**Diagrama de pines Raspberry PI



Fuente: (Dunjó, 2021)

Después de tener esa información se realizan las conexiones del sensor PIR y cámara, para su posterior programación en el script de Python, cabe mencionar que la gestión de notificación remota, en síntesis, el proyecto es un proyecto bastante interesante, sencillo y económico si ya se dispone de una Raspberry Pi, pero requiere de unos conocimientos básicos de programación y no tener miedo a la electrónica. A diferencia de una alarma comercial o de un servicio de seguridad privada, en el que todo está más integrado y automatizado, se deberá encajar diferentes componentes (Raspberry, sensor de movimiento, cámara, RaspController, VLC, programación en Python y programación en Bash), que bien configurados pueden dar unas prestaciones bastante aceptables. Podría incluso replicar este proyecto en todas las habitaciones que se consideren necesarias, sólo debería cambiar el mensaje que se envía al chat para saber cuál es la Raspberry a la que tiene que conectarse para encender el streaming.

### **2.1.2 Segunda fuente de investigación sobre el proyecto**

Para este segundo foco de investigación se toma en cuenta el artículo realizado por (Godoy, 2017), donde se menciona la elaboración de un sistema de seguridad residencial que se basa en proveer un sistema para prevenir robos en locales comerciales, utilizando una plataforma de placa Raspberry Pi 2 modelo B, una cámara y un sensor de infrarrojo, los cuales permiten conocer si existe movimiento en la puerta del local comercial en periodos de 10 segundos. Esta información se envía por medio de un mensaje de correo electrónico, adjuntando la captura de la imagen; de esta manera, el propietario toma una decisión de acuerdo con la situación. Para la integración de este sistema es necesario el uso del sistema operativo Raspbian y configuración de un servidor de SMTP para el envío de la foto capturada al correo electrónico. El sistema garantiza la detección en un 90 % bajo los parámetros de distancia y grados del sensor respecto al sospechoso, sin embargo, es dependiente de la iluminación que se tenga para la captura de la imagen; de esta manera es una alternativa de seguridad funcional.

El propósito y fundamentación es brindar a los dueños de los locales comerciales una alternativa de seguridad de bajo costo, eficaz en el tiempo de detección y de alerta al dueño, previniendo pérdidas económicas vitales para cualquier ciudadano por robo en su establecimiento.

La metodología empleada para desarrollar el sistema es la Raspberry Pi 2 modelo B, la cámara CSI de 5 megapíxeles con cable tipo ribbon y un sensor PIR HC-SR501. Se definió cómo se instalará el sistema operativo y se comunicará con el servidor de correo.

En lo que atañe al software, la Raspberry Pi 2 modelo B soporta Linux; fue necesario instalar los controladores de la cámara y el sensor, así como el servidor SMTP, y crear una librería con Python para la captura y envío de la imagen con la cámara por correo electrónico. En la implementación se realizó el montaje de los diferentes dispositivos y se crearon o probaron en

caso de venir instalados los controladores para la lectura del sensor PIR y la cámara. Posteriormente, lo anterior se integró mediante una aplicación que “leería” el sensor y la cámara, capturaría la imagen y la enviaría por el servidor de correo electrónico.

Finalmente, en la fase de puesta en operación, se probó el sistema completo, verificando que se hubieran cumplido las pautas establecidas para el mismo al iniciarse el proyecto.

Con respecto a los componentes necesarios para el proyecto se tiene lo siguiente:

La Raspberry Pi 2 modelo B utilizada para el proyecto dispone de las siguientes características: procesador de cuatro núcleos ARM Cortex-A7 CPU 900MHz, 1 GB de memoria RAM, 4 puertos USB, un puerto ethernet, interfaz para cámara (CSI), ranura para tarjetas microSD, interfaz para display (DSI) y un puerto HDMI, como se muestra en la

Figura 5.

**Figura 5.** Representación gráfica de la Raspberry Pi.



Fuente: (Godoy, 2017)

Se utilizó una cámara de 5 megapíxeles que soporta video en resolución 1080p (1920 x 1280 píxeles) a 30 cuadros por segundo, 720p (1280 x 720 píxeles) a 60 cuadros por segundo y VGA (640 x 480 píxeles) a 90 cuadros por segundo, conectada en el puerto CSI por medio de un cable de tipo ribbon como se puede observar en la Figura 6.

**Figura 6.**Representación gráfica de Cámara 5 megapíxeles



Fuente: (Godoy, 2017)

A lo anterior se añadió el sensor PIR HC-SR501, el cual tiene un amplio rango de voltaje de alimentación 4,5 – 20VDC, tiempo de retardo de la señal de salida ajustable y un ángulo de 100° Figura 7.

**Figura 7.**Sensor PIR HC-SR501



Fuente: (Godoy, 2017)

El sensor tiene dos modos de configuración. En el primero, el disparo no es repetido: el sensor se activa para el retardo de tiempo configurado y vuelve a su estado inicial, aun cuando la persona se encuentre frente al mismo. En el segundo, el disparo es repetido; el sensor se activa, pasa el retardo de tiempo configurado y si la persona se mantiene, vuelve a activarse. El área de

detección comprende el espacio en forma semicircular enfrente del sensor, por lo que su ubicación debe coincidir con la zona de acceso que se quiere monitorear.

Luego de implementarse lo antes mencionado, se procede con el script de Python y la realización de todas las pruebas respectivas para una buena ejecución del proyecto.

En síntesis, el sistema de seguridad implementado es de bajo costo y accesible para los propietarios de los locales comerciales y residenciales (solo deben contar con una dirección de correo electrónico), lo cual minimiza la dependencia del monitoreo y facilita su uso. Las pruebas realizadas arrojaron un 90 % de éxito bajo los parámetros de distancia, grados respecto al sospechoso, iluminación y detección por parte del sistema. Aunque no se requiere iluminación para detectar al sospechoso, sí es necesaria para capturar la imagen. Entre los aspectos a tener en cuenta se encuentra la ubicación del sensor sobre la zona a monitorear: considerando que los valores de las pruebas variaron de 0° a 50° y los límites pueden ocasionar fallas en la detección, lo ideal sería ubicar el sensor en el centro de la zona, en tanto cubriría 100°. Las falsas alarmas, por su parte, pueden ocurrir con la presencia de un animal; el hecho de que esto sea verificable mediante el correo electrónico agrega utilidad al sistema, a la vez que el tiempo de reacción de 10 segundos hace posible que se detecte a sospechosos potenciales y que el sistema cumpla con su función de monitoreo de forma constante. A futuro y como se mencionó anteriormente, el sistema puede complementarse con la adición de visión nocturna, en tanto eliminaría la dependencia de la iluminación para la captura de imágenes; y aún más, en el envío del correo electrónico podrían describirse en detalle los datos del local comercial y su ubicación, con el fin de notificar a las autoridades.

### **2.1.3 Tercera fuente de investigación sobre el proyecto**

Para tener una referencia de otra investigación sobre el proyecto de sistemas de seguridad empleando un microcontrolador y el uso de cámaras se puede citar el trabajo realizado por (Ángel Córdova, 2022), donde se hace referencia a proponer una implementación de un sistema de un sistema de vigilancia con tecnología Raspberry-Pi con cámaras y sensores. El sistema propuesto mejorará la seguridad en la compañía, se podrá tener interacción con el usuario final y se le informará en tiempo real de los hechos que se presenten. También, se enviarán notificaciones a través de la aplicación de mensajería “Telegram”.

El sistema de videovigilancia capturará imágenes y videos cuando perciba cambios en el entorno escaneado. El archivo o multimedia se graba inmediatamente en la memoria previamente configurada en la Raspberry Pi. Se detallan a continuación las fases que se llevaran a efecto que corresponde a la metodología “reingeniería de procesos”:

- Análisis de la situación.
- Diagnóstico.
- Diseño del proceso.
- Implementación.

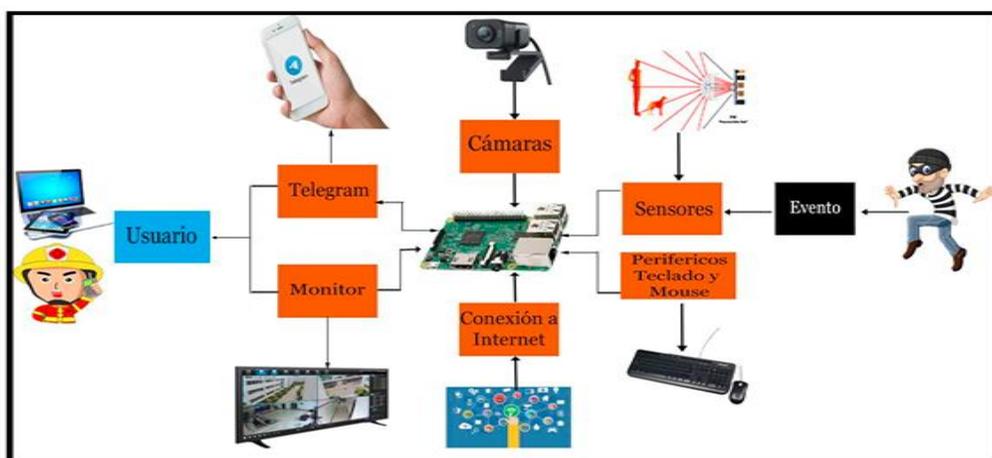
La línea de investigación de este proyecto está enmarcada en la carrera de Tecnologías de la información en relación con el Desarrollo de Software (DSS) y sub línea Desarrollo de algoritmos y visión artificial, que permitan generar información en tiempo real para la toma de decisiones.

Para realizar el proyecto se toman en cuenta parámetros o requerimientos que se asemejan a lo que se busca en esta investigación, tales como la utilización de un microcontrolador, cámara, PIR, sensores y otros periféricos, además del lenguaje de programación Python, todo esto

conjugado con la idea principal que es resguardar los bienes de un determinado lugar, ya sea unidad habitacional o comercial.

Se presenta la estructura como la que tendrá el sistema desde el funcionamiento de las cámaras, hasta las notificaciones que recibe el usuario final; en este caso será el comandante de la compañía. Se toma en cuenta que todos los componentes son direccionados a la Raspberry pi, cumpliendo con el objetivo propuesto.

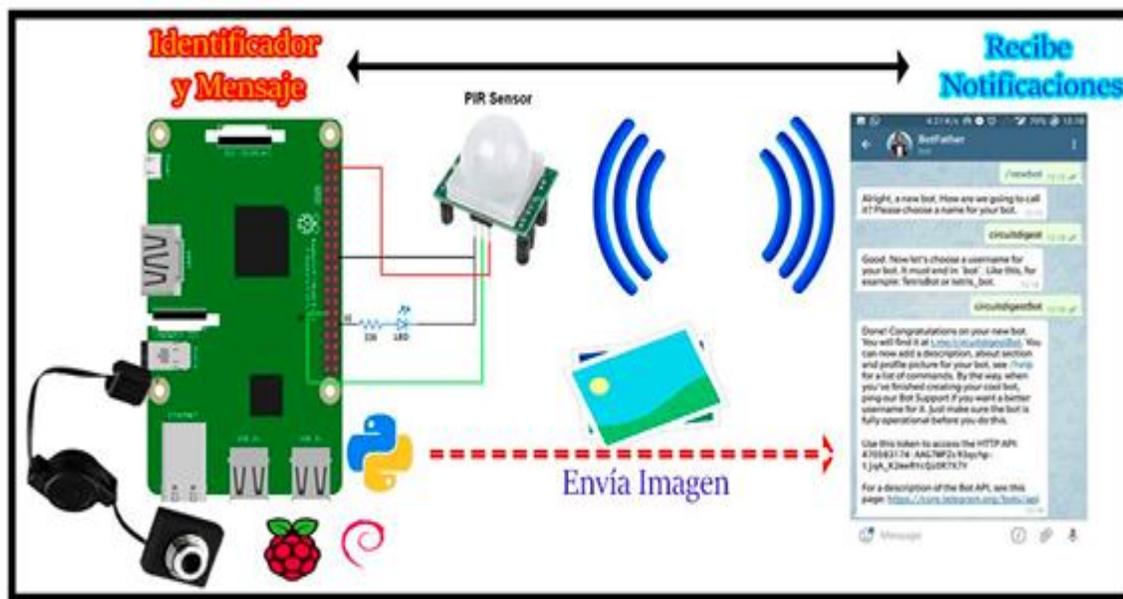
**Figura 8.** Estructura lógica del funcionamiento del sistema de seguridad.



Fuente: (Ángel Córdova, 2022)

Para tener una referencia más clara del proyecto, se determina una secuencia. La cual muestra cómo se realiza el enlace mediante la aplicación de Telegram y así generar las notificaciones necesarias en caso de que el sistema sea activado, cabe resaltar que por medio del sensor PIR se va a detectar el movimiento y por consiguiente su respectiva notificación.

Figura 9. Diagrama del funcionamiento del sistema con aplicación Telegram.



Fuente: (Ángel Córdova, 2022)

Luego de analizar las tres investigaciones bibliográficas, se puede realizar una comparación de las diferentes características, según la Tabla 1. Comparación de fuentes bibliográficas.

Tabla 1. Comparación de fuentes bibliográficas.

Característica	Primera Investigación	Segunda Investigación	Tercera Investigación
Controlador Utilizado	Raspberry Pi	Raspberry Pi	Raspberry Pi
Protocolo de transmisión	Ethernet	Ethernet	Ethernet
Aplicación de notificación	Telegram	Telegram/Gmail	Telegram

Posee notificaciones	Si	Si	Si
Lenguaje de programación	Python	Python	Python
Problemática Abordada	Seguridad residencial y comercial	Seguridad residencial y comercial	Seguridad residencial y comercial
Registros de Logs o auditoría.	No	No	Si
Implementación de análisis para imágenes	No	No	No

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

## 2.2 CONTEXTUALIZACIÓN DE LAS TEORÍAS

Para generar un detalle y una explicación más elaborada del estudio de los artículos bibliográficos realizados sobre el tema de la seguridad en los hogares y en comercios, se tiene en cuenta los diferentes criterios y formas de desarrollar un sistema de seguridad. Basado en dicho estudio, se tienen algunas similitudes como es la implementación de un microprocesador como lo es el Raspberry Pi, además de la utilización de sistemas periféricos como sirena, sensor de movimiento, detectores magnéticos y cámaras.

Todo esto ayuda a desarrollar y mejorar el proyecto; se pueden analizar deficiencias y virtudes de cada sistema, en lo que respecta a las diferentes maneras de solucionar los problemas mediante variados métodos de programación utilizando el lenguaje de Python.

Desde cómo se debe implementar el sistema a como se debe desarrollar son herramientas muy importantes que se deben de tener en cuenta para obtener una posible visualización del cómo se debe trabajar este tipo de diseños. Las tres fuentes bibliográficas analizadas tienen plenamente incidencia en lo que se necesita desarrollar y serán de gran apoyo para solventar dudas de diferente índole.

En el apartado del análisis de imágenes utilizando IA, se encontró poca información para sistemas de seguridad residencial o comercial, se revisaron algunas fuentes bibliográficas que utilizan diferentes bibliotecas para los scripts, sin embargo, abordando temas de control de acceso, no plenamente a lo que se refiere a sistemas de seguridad con notificaciones, la idea es tratar de unificar esa información y tratar de implementar algún análisis con IA para el proyecto.

**CAPÍTULO III**  
**MARCO METODOLÓGICO**

### 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para la implementación del proyecto de seguridad residencial en una unidad habitacional, la metodología es un instrumento que permite enlazar el sujeto con el objeto de la investigación. El artículo definido por (Cortijo Leiva, 2017), describe que sin la metodología es muy difícil llegar a la lógica que guiará al conocimiento científico. El presente trabajo se enfoca al conjunto de procedimientos lógicos a través de los cuáles se plantean los problemas científicos y se ponen a prueba el estudio y los materiales investigados, por tanto, los métodos a utilizarse son:

El método de investigación es un proceso de razonamientos que intentan no solamente describir los hechos sino también explicarlos y comprobarlos, sus etapas son:

- Percepción de un problema: en esta parte se encuentra el problema al cuál se enfoca el estudio.
- Identificación y definición del problema: es donde se observa para definir la dificultad del problema.
- Formulación de hipótesis: se busca las posibilidades de solución para el problema mediante previos estudios de los hechos.
- Adicionalmente en este método de investigación se realiza el estudio de las alternativas y se describe cada una de las alternativas propuestas, así se describe los puntos fundamentales para posteriormente realizar el análisis adecuado y proseguir con la selección de la alternativa que mejor satisfaga al diseño.
- Para el método empleado hipotético-deductivo, la hipótesis propuesta se basa en las inferencias del conjunto de datos empíricos, de principios y leyes más generales. Lo que constituirá en la vía para arribar las conclusiones particulares a partir de la hipótesis y que después se puedan comprobar analíticamente.

- En el método analítico empleado, se distinguen los elementos de la investigación y se procederá a revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado, se utilizará este método a partir de la observación, encuestas y el análisis de algunos casos, se establecerán leyes y teorías. Hay que tomar en cuenta que las operaciones a realizarse no son independientes una de la otra, el análisis de un objeto se realiza a partir de la relación que existe entre los elementos que conforman dicho objeto como un todo.

### **3.1.1 Enfoque de la investigación**

Según (Sampieri, 2004.) se puede deducir que para el enfoque de investigación se puede considerar lo siguiente:

El enfoque cualitativo también se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos.

“Con frecuencia, estas actividades sirven, primero, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes; y después, para perfeccionarlas y responderlas. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien “circular” en el que la secuencia no siempre es la

misma, pues varía con cada estudio” (Sampieri, 2004.).

La presente investigación hace referencia al tipo cualitativa, ya que se basa en la recolección de datos que pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos, para generar un criterio de la información obtenida y así poder evaluar el resultado aplicado al proyecto.

### **3.1.2 Finalidad de la Investigación**

Las investigaciones tienen diferentes finalidades de acuerdo a lo que se pretenda realizar en la misma, para esta ocasión su finalidad es aplicada, ya que según lo que menciona (Sampieri, 2004.) esta busca darle solución a algún problema.

La investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de la investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad.

También se señala que la investigación tiene como propósito “resolver o mejorar una situación específica o particular, para comprobar un método o modelo mediante la aplicación innovadora y creativa de una propuesta de intervención, en este caso

lo que se pretende es darle una solución a la problemática de la seguridad residencial y comercial con el propósito de disminuir los hurtos o robos en las unidades habitacionales específicamente.

### **3.1.3 Dimensión Temporal**

Las investigaciones se pueden clasificar de acuerdo con su dimensión temporal, por lo tanto, este proyecto es de dimensión transversal, pues se va a realizar en un momento dado, este es durante el período de octubre del 2023 y abril del 2024.

La investigación transversal es de tipo no experimental y es definida por (Sampieri, 2004.)

“como los diseños que: Recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede en ese momento determinado. Puede abarcar varios grupos o subgrupos de personas, objetos o indicadores; así como diferentes comunidades, situaciones o eventos”.

Por lo que se puede decir que, para efectos de este proyecto, se recolectaron los datos necesarios para describir y analizar los problemas y necesidades de seguridad en las unidades habitacionales, comportamiento del hampa y la forma de operar, días y horas de ejecución de los hurtos.

### **3.1.4 Marco de la investigación**

La investigación puede presentar diferentes tipos de marcos, los cuales son marco micro, marco macro y marco meso. En este caso se realizará de forma macro, pues lo que se busca es darle una solución a una necesidad que tienen la mayor parte de habitantes de este país, que al

implementarse este proyecto y ponerlo en práctica, se va a ver beneficiada gran parte de Costa Rica.

### **3.1.5 Naturaleza de la investigación**

En la investigación existen tres tipos de naturalezas o enfoques, los cualitativos, cuantitativos y los mixtos. En este proyecto se trabaja bajo el enfoque cualitativo, el cual es definido por (Sampieri, 2004.) como: “La recopilación de información sobre comportamientos no verbales de los sujetos. Tiene la ventaja de que permite estudiar un comportamiento de manera más efectiva al realizar esta acción de manera presencial”.

También estos mismos autores mencionan entre las características de este enfoque la investigación cualitativa no genera datos estadísticos y los resultados no pueden extrapolarse a la población general, ya que la muestra de investigación no es representativa o no ha sido necesariamente seleccionada al azar.

Por esta razón, los datos cualitativos son relativamente poco concluyentes desde un punto de vista estadístico y sólo deben utilizarse como porcentajes o cifras en un enfoque para cuantificar la información cualitativa.

Sin embargo, no debe subestimarse la utilidad de la investigación cualitativa. Un moderador o entrevistador calificado puede solicitar información e ideas valiosas haciendo preguntas adicionales, y así darle una solución al problema que existe de la seguridad residencial en el país.

### **3.1.6 Carácter de la investigación**

Para este fin existen diferentes tipos de carácter de una investigación; para los efectos específicos de esta investigación es “Proyecto”, ya que este lo que busca es satisfacer una necesidad que tienen las personas de las unidades habitacionales. Este proyecto pretende ofrecer herramientas y una posible solución a los hurtos a nivel residencial y comercial, además de brindar la seguridad y tranquilidad a las personas que viven en las unidades habitacionales.

El proyecto se puede definir como un conjunto de actividades concretas, que se interrelacionan y coordinan entre sí, con el fin de producir determinados bienes y servicios capaces de satisfacer necesidades y resolver problemas.

## **3.2 FUENTES DE INFORMACIÓN**

Una parte muy importante para realizar este tipo de investigaciones se debe tomar en cuenta y poner en práctica la revisión de literatura como lo son artículos bibliográficos referentes al tema a tratar que va a sustentar gran parte de la investigación. Se puede deducir entonces que las fuentes de información es todo aquello que va a brindar los datos más relevantes e importantes que ya son conocidos y son necesarios para la investigación.

Estas fuentes pueden ser libros especializados sobre el tema que se necesita, sitios web confiables, libros, publicaciones periódicas también especializadas y en general cualquier tipo de publicación impresa, base de datos, etc. Es de conocimiento que esta búsqueda e

identificación de las fuentes de información, debe ser exhaustiva y profunda y se debe dedicar tiempo suficiente para extraer los datos necesarios.

### **3.2.1 Fuentes primarias**

En el caso específico de las fuentes primarias según (Sampieri, 2004.), menciona que “las fuentes primarias de la información son las que contienen información en su forma original, es decir, no abreviada. En estas fuentes de información primarias o de primera mano se encuentran todos los conocimientos científicos, fenómenos o hechos estudiados desde diversas perspectivas y nuevos enfoques”.

### **3.2.2 Fuentes secundarias**

Para el apartado de fuentes secundarias según (Sampieri, 2004.), “define que son aquellas que contienen información abreviada de obras o materiales científicos referidas por otros autores. Sirven solo como un auxiliar que ayuda al investigador suministrándoles información sobre documentos o fuentes primarias consultadas por autores diversos”.

De acuerdo con las citas anteriores, esta investigación está fundamentada tanto en fuentes primarias como en las secundarias, ya que estas fuentes son de donde se originan los datos y se logra obtener la información de diversos documentos los cuales dan el sustento a esta investigación.

### 3.2.3 Sujetos de información

Los sujetos de información según (LORÍA, 2020.), afirma que “los sujetos son todas aquellas personas físicas o corporativas que brindarán la información”. En especial para la realización de dicha investigación los sujetos que se tomaron para brindar información necesaria para el desarrollo son los habitantes de la unidad habitacional, ubicada en Tobosí del Guarco.

## 3.3 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS

En lo que respecta a las técnicas y herramientas que son necesarias para medir las interrogantes; para la realización de la investigación se pueden utilizar uno o varios, esto va a depender del enfoque bajo el cual se realice la misma descrito por (LORÍA, 2020.). Las técnicas o herramientas deben cumplir tres requisitos esenciales que de acuerdo a (Sampieri, 2004.).

- **Confiabilidad:** grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes para realizar un buen desarrollo de la investigación .
- **Validez:** grado en que un instrumento en verdad mide la variable que se busca medir.
- **Objetividad:** grado en que el instrumento es permeable a la influencia de los sesgos y tendencias de los investigadores que lo administra, califica e interpretan.

### 3.3.1 Observación

Para la observación según lo descrito por (Santos, 2023.), si lo que se requiere “es conocer el comportamiento del objeto de estudio de forma directa, hacer una observación es una de las mejores técnicas. Es una forma discreta y sencilla de inspeccionar datos sin depender de un

intermediario. Este método se caracteriza por no ser intrusivo y requiere evaluar el comportamiento del objeto de estudio por un tiempo continuo, sin intervenir.

Aunque esta técnica es una de las más utilizadas, su superficialidad suele dejar de lado algunos datos importantes para obtener un panorama completo en tu estudio”.

### **3.3.2 Entrevista**

Este método consiste en recopilar la información formulando preguntas según (Santos, 2023.).

A través de la comunicación interpersonal, el emisor obtiene respuestas verbales del receptor sobre un tema o problema en específico.

La entrevista puede realizarse de forma presencial o por teléfono y requiere un encuestador y un informante. Para llevar a cabo una entrevista de forma eficaz, considera qué información deseas obtener del sujeto investigado a fin de orientar la conversación a los temas que necesitas tratar.

Reúne información suficiente del tema y prepara previamente tu entrevista, escucha con atención y genera un ambiente de cordialidad. Recuerda abordar gradualmente al entrevistado y hacer preguntas fáciles de comprender, pues tendrás la oportunidad de captar reacciones, gestos y aclarar la información en el momento.

### **3.3.3 Encuesta**

Según (Díaz-Bravo, 2013.), la entrevista es una técnica de gran utilidad en la investigación cualitativa para recabar datos; se define como una conversación que se propone un fin determinado distinto al simple hecho de conversar. Es un instrumento técnico que adopta la forma de un diálogo coloquial. También se define como "la comunicación interpersonal

establecida entre el investigador y el sujeto de estudio, a fin de obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema propuesto".

Se dice y argumenta que la entrevista es más eficaz que el cuestionario, porque obtiene información más completa y profunda, además presenta la posibilidad de aclarar dudas durante el proceso, asegurando respuestas más útiles.

La entrevista es muy ventajosa principalmente en los estudios descriptivos y en las fases de exploración, así como para diseñar instrumentos de recolección de datos (la entrevista en la investigación cualitativa, independientemente del modelo que se decida emplear, se caracteriza por los siguientes elementos: tiene como propósito obtener información en relación con un tema determinado; se busca que la información recabada sea lo más precisa posible; se pretende conseguir los significados que los informantes atribuyen a los temas en cuestión; el entrevistador debe mantener una actitud activa durante el desarrollo de la entrevista, en la que la interpretación sea continua con la finalidad de obtener una comprensión profunda del discurso del entrevistado). Con frecuencia la entrevista se complementa con otras técnicas de acuerdo con la naturaleza específica de la investigación.

### **3.4 VARIABLES Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

De acuerdo con Hernández, (Sampieri, 2004.), la "variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. Se puede entender que las variables es la parte de la investigación que va a manejarse de manera cambiante y va a tener un impacto sobre la investigación a realizar y dependiendo de cómo manejen las variables se determina el resultado de la investigación".

Con base a lo anterior y con respecto a las variables es de una manera más sencilla poder visualizarlas en esta investigación mediante la siguiente tabla:

**Tabla 2.** Variables de la Investigación revisar respecto al orden de objetivos

Objetivo Especifico	Variable	Definición
Investigar las características de los diferentes sistemas de seguridad actuales y plantear mejoras.	Funcionamiento de los sistemas de seguridad.	Estudio de la implementación del proyecto.
Identificar los problemas y requerimientos que necesita el cliente con respecto al tema de seguridad residencial.	Reconocimiento del problema.	Elementos para tomar en cuenta y tener una visualización más amplia de lo que requiere el proyecto.
Determinar las diferentes circunstancias que dan pie a los robos y la mejor manera de adaptar el sistema de seguridad.	Adaptación del sistema a diferentes modos de robo.	Componentes que determinen las mejores prácticas de desarrollo del sistema.
Elegir las ubicaciones más vulnerables de la casa y cuales son más factibles para la implementación del prototipo.	Puntos específicos de ubicación del sistema.	Elección de los mejores puntos para los sistemas de detección de alarma.

Objetivo Especifico	Variable	Definición
<p>Determinar los elementos electrónicos y materiales requeridos para el desarrollo sistema, tomando en cuenta las mejores prácticas del mercado y las tecnologías existentes para la implementación en el prototipo.</p>	<p>Dispositivos para la detección de intrusión residencial.</p>	<p>Componentes del mercado que permitan la mejor adaptación del sistema.</p>
<p>Implementar un sistema de notificaciones remotas que permitan al usuario darse cuenta del estado en tiempo real del sistema de seguridad.</p>	<p>Sistema automatizado de notificaciones.</p>	<p>Sistema centralizado mediante plataformas de notificación para las diferentes alertas.</p>
<p>Comprobar la efectividad del sistema electrónico de seguridad, a través de pruebas de laboratorio y de campo.</p>	<p>Comportamiento del sistema de monitoreo y detención.</p>	<p>Generar un prototipo de sistema de seguridad para el monitoreo y detención de alertas de robo en la unidad habitacional.</p>
<p>Implementar el uso de alguna herramienta de IA a través de las imágenes capturadas para un mejor uso de la información.</p>	<p>Análisis de imágenes.</p>	<p>Valoración del análisis de imágenes mediante IA.</p>

Objetivo Especifico	Variable	Definición
Determinar el valor económico de la implementación del prototipo para demostrar su funcionabilidad y efectividad	Viabilidad del prototipo.	Valoración de la factibilidad del prototipo.

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

### 3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para (Sampieri, 2004.), define el diseño de la investigación como “el alcance inicial de la investigación y la formulación de las hipótesis, donde el investigador debe visualizar la manera más práctica y concreta de poder resolver las preguntas de la investigación y poder aplicarlas al contexto de su investigación”

Según lo anterior, para lograr un panorama más claro acerca del diseño de la investigación, se puede implementar una tabla la cual contenga los datos de cómo se implanta el proyecto y lo que debe cumplirse y lo que se obtendrá.

Tabla 3. Diseño de la Investigación.

Pregunta de la investigación	Objetivo general	Objetivos específicos	Variables	Método de investigación	Técnicas y herramientas
¿Cómo implementar un dispositivo de seguridad electrónico que tenga la capacidad de ejecutar acciones y notificaciones cuando se presenta un robo en el hogar?	Desarrollar un sistema de seguridad electrónico que ayude a la prevención y al monitoreo de la seguridad en zonas vulnerables tales como: puertas, ventanas y cielo rasos mediante notificaciones remotas en una unidad habitacional de Tobosí del Guarco.	Investigar las características de los diferentes sistemas de seguridad actuales y plantear mejoras.	Funcionamiento de los sistemas de seguridad.	Método inductivo	Observación
		Identificar los problemas y requerimientos que necesita el cliente con respecto al tema de seguridad residencial.	Reconocimiento del problema.	Método Histórico	Análisis de contenido
		Determinar las diferentes circunstancias que dan pie a los robos y la mejor manera de adaptar el sistema de seguridad	Adaptación del sistema a diferentes modos de robo	Método Histórico	Análisis de contenido

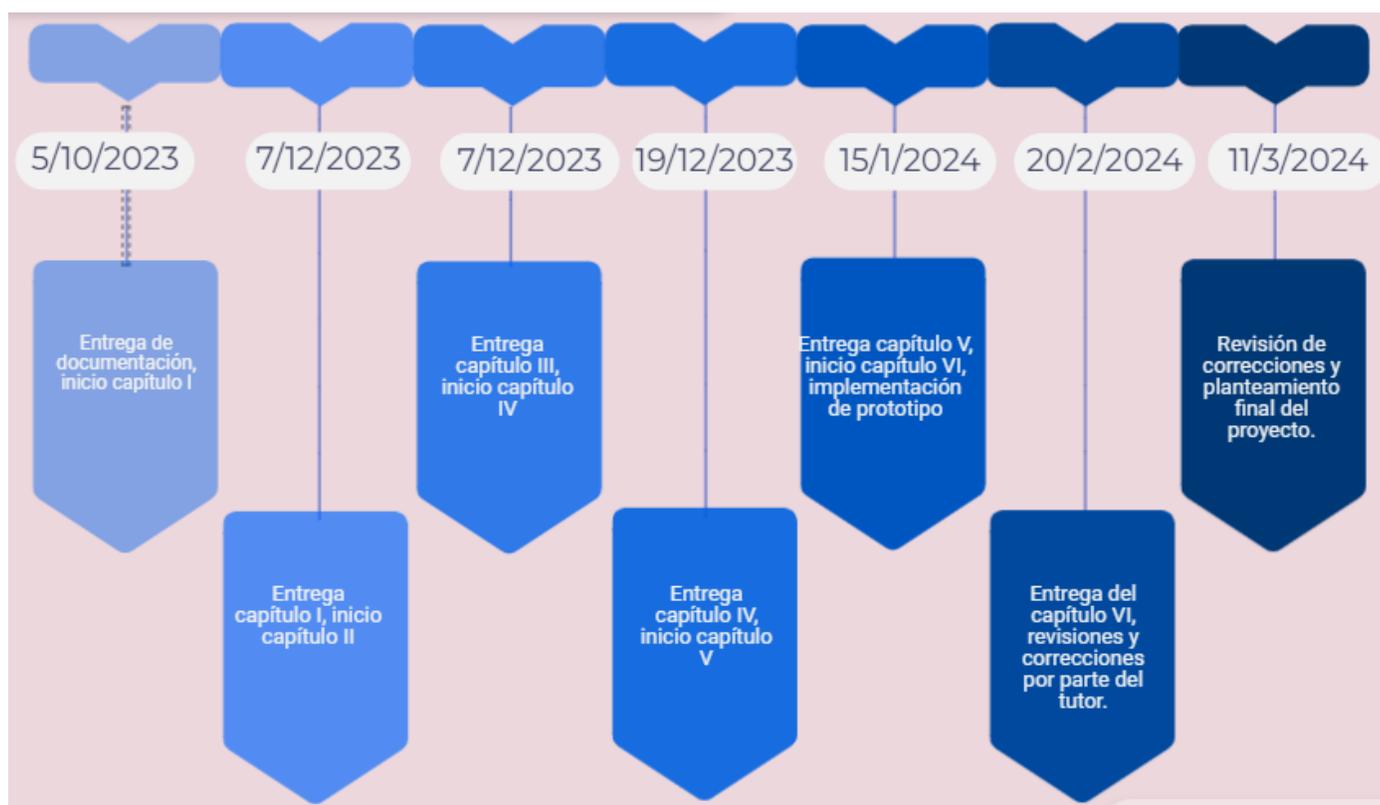
Pregunta de la investigación	Objetivo general	Objetivos específicos	Variables	Método de investigación	Técnicas y herramientas
¿Cómo implementar un dispositivo de seguridad electrónico que tenga la capacidad de ejecutar acciones y notificaciones cuando se presenta un robo en el hogar?	Desarrollar un sistema de seguridad electrónico que ayude a la prevención y al monitoreo de la seguridad en zonas vulnerables tales como: puertas, ventanas y cielo rasos mediante notificaciones remotas en una unidad habitacional de Tobosí del Guarco.	Elegir las ubicaciones más vulnerables de la casa y cuales son más factibles para la implementación del prototipo.	Puntos específicos de ubicación del sistema.	Método modulación	Experimentación
		Determinar los elementos electrónicos y materiales requeridos para el desarrollo sistema, tomando en cuenta las mejores prácticas del mercado y las tecnologías existentes para la implementación en el prototipo.	Implementar un sistema de notificaciones remotas que permitan al usuario darse cuenta del estado en tiempo real del sistema de seguridad.	Método Inductivo	Tecnológico
		Implementar un sistema de notificaciones remotas que permitan al usuario darse cuenta del estado en tiempo real del sistema de seguridad.	Sistema automatizado de notificaciones.	Método sintético	Experimentación
		Comprobar la efectividad del sistema electrónico de seguridad, a través de pruebas de laboratorio y de campo.	Comportamiento del sistema de monitoreo y detención.	Método analítico	Sintético
		Implementar el uso de alguna herramienta de IA a través de las imágenes capturadas para un mejor uso de la información.	Análisis de imágenes.	Método analítico	Sintético
		Determinar el valor económico de la implementación del prototipo para demostrar su funcionalidad y efectividad	Viabilidad del prototipo	Método aplicado	Sintético

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

### 3.6 IMPLEMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se detalla en las líneas de tiempo, mediante las cuales se establecen las etapas y el desarrollo que conlleva la elaboración del proyecto; también se logra observar las secciones más significativas y su ubicación en el tiempo.

**Tabla 4.** Línea de tiempo del proyecto.



Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

**CAPÍTULO IV**

**DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

## 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente en el país, el aspecto de seguridad es un tema para considerar por parte de los dueños de locales comerciales y de unidades habitacionales. Aunque se han establecido medidas entre las que se cuentan monitoreo de cámaras, alarmas y rondas de la patrullaje, estos últimos no han sido lo suficiente, debido a que sus tiempos de operación son variables, circunstancia aprovechada por la hampa para cometer los robos y hurtos en cuestión de minutos; además de esto, la mayoría de los locales no cuenta con sistemas de seguridad, en específico la unidad habitacional de la familia Cordero Alvarado, la cual no cuenta con un sistema eficaz de seguridad. La necesidad surge del poder tener una protección efectiva de los bienes a un bajo costo y que sea efectiva, esto para protegerse y tomar decisiones en tiempo real frente a eventualidades de esta naturaleza. Sumado a ello, en los sistemas actuales, se presentan muchas fallas como falsas alarmas y los mencionados tiempos prolongados entre patrullajes, situaciones que generan inconformidad e impotencia.

La tecnología plenamente permanece en constante desarrollo y afronta problemas como el de la seguridad; así entonces, para el desarrollo del sistema de seguridad que se presenta en este proyecto, se tomaron una placa de una plataforma como el Raspberry Pi, una cámara para ese dispositivo y un sensor PIR, elementos de costo reducidos y con altos beneficios al integrarse. La idea principal es poder ejecutar el sistema en los puntos más vulnerables, como lo son las puertas y cielorraso.

Uno de los requerimientos principales del cliente es tener un sistema de notificaciones en tiempo real y atender de forma efectiva cualquier tipo de alerta que se de en el momento, dado que los

ocupantes están fuera de la casa la mayor parte del día por situaciones laborales, siendo que la necesidad surge de la alta cantidad de robos que se generan en el sector por diversas situaciones.

## **4.2 RECOLECCIÓN Y VALIDACIÓN DE DATOS**

Es necesario tener las herramientas de información para la utilización en este proyecto, estas lo que buscan es obtener la suficiente información que sea útil para el investigador y este procure obtener lo necesario para desarrollar el enfoque de la investigación.

El proyecto está enfocado en la implementación de un sistema de seguridad en la unidad habitacional de la familia Cordero Alvarado, por este motivo se decidió trabajar con dos herramientas diferentes para la obtención de información siendo una de ellas la observación, en donde se fue al campo, que este sería la unidad habitacional para observar y determinar los requerimientos y falencias de seguridad que existe.

Por otra parte, también se realizó una entrevista a los habitantes de la casa a fin de determinar los requerimientos específicos y evaluar dicha factibilidad.

Es de suma importancia tener en consideración estas dos herramientas para la recolección de datos y así poder tener un panorama más amplio de la problemática planteada.

### **4.2.1 La Observación**

Se toma como primera herramienta de referencia para la recolección de datos la observación, con visitas a los diferentes aposentos de la unidad habitacional, dentro de los cuales se pueden mencionar los siguientes:

1. Perímetro de la propiedad.
2. Zonas como cuartos de habitación.

3. Sector de sala de televisión y comedor que son zonas compartidas.
4. Cuarto principal en segundo piso.
5. Balcón e zona de segundo piso.
6. Accesos a la casa, los cuales se observan que son dos, uno al frente y otro en la parte posterior.
7. Cuarto de pilas en el primer piso.
8. Baño en segundo y primer piso.

Bajo estas observaciones, se analizan todos los requerimientos que pueden ayudar a mejorar el sistema de seguridad a implementar, así como las carencias que en definitiva son bastantes ya que no se cuenta con ningún sistema de seguridad, lo que se pretende en este caso es determinar esas falencias e integrarlas en el sistema como puntos de mejora. Se establecen puntos críticos a tomarse en cuenta como lo son las puertas, ventanas y cielorraso, además de poder proteger las zonas comunes como sala de televisión y cocina, en la parte posterior de la unidad habitacional surge la necesidad de proteger el cuarto de pilas, que puede ser un punto de acceso hacia la casa.

#### **4.2.2 La Entrevista.**

Por otra parte, una de las herramientas que ayuda a sustentar la problemática del proyecto, es la entrevista la cual permite ahondar en las experiencias subjetivas, mediante la cual se permitió conocer muchos aspectos importantes de la carencia de un sistema de seguridad en la unidad habitacional.

En consideración con las preguntas realizadas en la entrevista a la señora Pamela Alvarado Campos, habitante de la unidad habitacional, se realiza una generalización de todas las

opiniones dadas se pudo deducir varias cosas, en este caso se tiene un panorama más amplio mediante la tabla resumen de la entrevista, la misma se encuentra de manera completa en el apartado de anexos.

**Tabla 5** Tabla resumen de entrevista

<b>Pregunta específica al entrevistado</b>	<b>Respuesta concreta del entrevistado</b>
<b>Implementación de notificaciones remotas?</b>	<b>Si, es de suma importancia</b>
<b>Uso de periféricos para disuadir el ladrón?</b>	<b>Si, es importante para retardar la acción de los ladrones</b>
<b>Atribución en el alza de robos en viviendas?</b>	<b>Temas sociales</b>
<b>Áreas de interés para protección?</b>	<b>Zonas de ingreso, puertas, ventanas, cielo rasos</b>
<b>Limitante de costo económico?</b>	<b>Si, generalmente son equipos muy costosos</b>
<b>Qué ofrece el sistema de seguridad a nivel emocional?</b>	<b>Tranquilidad, paz mental, seguridad física</b>
<b>Importancia del registro de imágenes?</b>	<b>Si importante, para tener evidencia de los robos</b>
<b>Facilidad para el usuario y uso amigable del equipo?</b>	<b>Si, acceso fácil y oportuno</b>

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Teniendo en cuenta todos los aspectos destacados en la entrevista, una de las prioridades principales es tener un sistema de seguridad confiable y de buen rendimiento con adaptación a los requerimientos de las personas que viven en la unidad habitacional, la flexibilidad del sistema es un detalle que se debe de tomar en cuenta, lo cual no es un problema si se maneja de una forma estructurada mediante el código de programación de la implementación, en caso que se requiera una nueva función o punto de mejora el sistema se puede adaptar rápidamente sin tener que volver hacer nuevamente de cero el sistema, tomando en cuenta que el proyecto se puede implementar en otros ámbitos como lo son el comercial con otras funciones que en el momento no estén disponibles.

### 4.3 ANÁLISIS DE BRECHAS

En este análisis es de suma importancia definir claramente las brechas, que se puede interpretar en palabras sencillas como lo actual versus ese modelo deseado.

En la actualidad se tienen sistemas de seguridad disponibles en el mercado con diferentes aplicaciones, según el artículo nombrado por (ADT, 2023), se pueden mencionar los siguientes:

#### 1. Sistema de Seguridad Monitoreado.

Los sistemas de seguridad monitoreados están conectados a una central de monitoreo, la cual brinda atención las 24 horas del día, todos los días. En el caso de que una alarma se active, la central de monitoreo será notificada y se encargará de contactarte al cliente y a las autoridades correspondientes (unidad policiaca, bomberos o ambulancia).

#### 2. Sistema de Seguridad No Monitoreado.

Un sistema de seguridad no monitoreado, como su nombre lo menciona, no está conectado con ninguna central de monitoreo, por lo que no se cuenta con ese tipo de apoyo. Siendo así, en el caso de que una alarma se active, la sirena (en caso de tenerla) comenzará a sonar, avisando a las personas dentro y fuera del domicilio de lo que está ocurriendo. Dentro de esta categoría entran los paquetes de cámaras de seguridad que no cuentan con un servicio de monitoreo.

#### 3. Sistema de Seguridad Cableado

Este tipo de sistemas de seguridad utiliza cables en todos sus dispositivos, incluyendo sensores, cámaras y el panel de control, los cuales deberán interconectarse para formar el sistema de seguridad. Es muy confiable y difícil de hackear, pues los sensores no dependen de la red de internet para comunicarse con el panel; sin embargo, puede ser más complicado de instalar y el instalador deberá ocultar bien los cables para mantener la estética del lugar.

Estos sistemas suelen funcionar muy bien en bodegas y negocios donde los cables visibles no sean tu principal preocupación.

#### 4.Sistema de Seguridad Inalámbrico

Los sistemas de seguridad inalámbricos no utilizan cables para comunicarse entre sí, ni para comunicarse con la central de monitoreo si es el caso, pues se comunican a través de la red de Wi-Fi y/o la conexión de GPRS. Este tipo de sistema de seguridad es mucho más sencillo de instalar, pero puede ser susceptible a la interferencia.

Tomando en cuenta estas variantes del mercado en la actualidad, se puede tener un panorama más amplio de lo que existe y de lo que se puede desarrollar, una de las principales razones de tener un propio sistema de seguridad es la versatilidad y no tener que pagar una mensualidad mes a mes, tomando en cuenta características como las alertas en tiempo real mediante aplicación como Telegram, sensores de movimiento, magnéticos de puertas, salidas de sistemas auxiliares como sirena y la implementación de un dispositivo dispersor de humo, todo esto conjugado se espera ponerlo en marcha para generar un sistema de seguridad de bajo costo y lo esencial que sea efectivo. Cabe mencionar que en la actualidad los sistemas de seguridad brindados tienen costos muy altos que pueden superar los \$400, en el caso de un sistema básico.

**CAPÍTULO V**  
**DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO**

## 5.1 ASPECTOS DE DISEÑO

La propuesta de diseño es realizar la implementación de un sistema de seguridad en una unidad habitacional con la utilización de una plataforma Raspberry Pi, se deben tomar en cuenta aspectos como los siguientes para llevar a cabo el proyecto.

Para el desarrollo del proyecto se tuvo en cuenta la especificación del sistema: se utilizaron la Raspberry Pi 2 modelo B, la cámara CSI de 5 megapíxeles con cable tipo ribbon y un sensor PIR HC-SR501, interfaz de relay, sirena, dispensador de humo, sensores magnéticos.

Además, se implementa el sistema de notificaciones remotas mediante la plataforma de correo Gmail y Telegram, esto permite que el cliente tenga dichas notificaciones de los eventos en tiempo real y esté enterado de que situaciones en específico están pasando y le permitan tomar acciones.

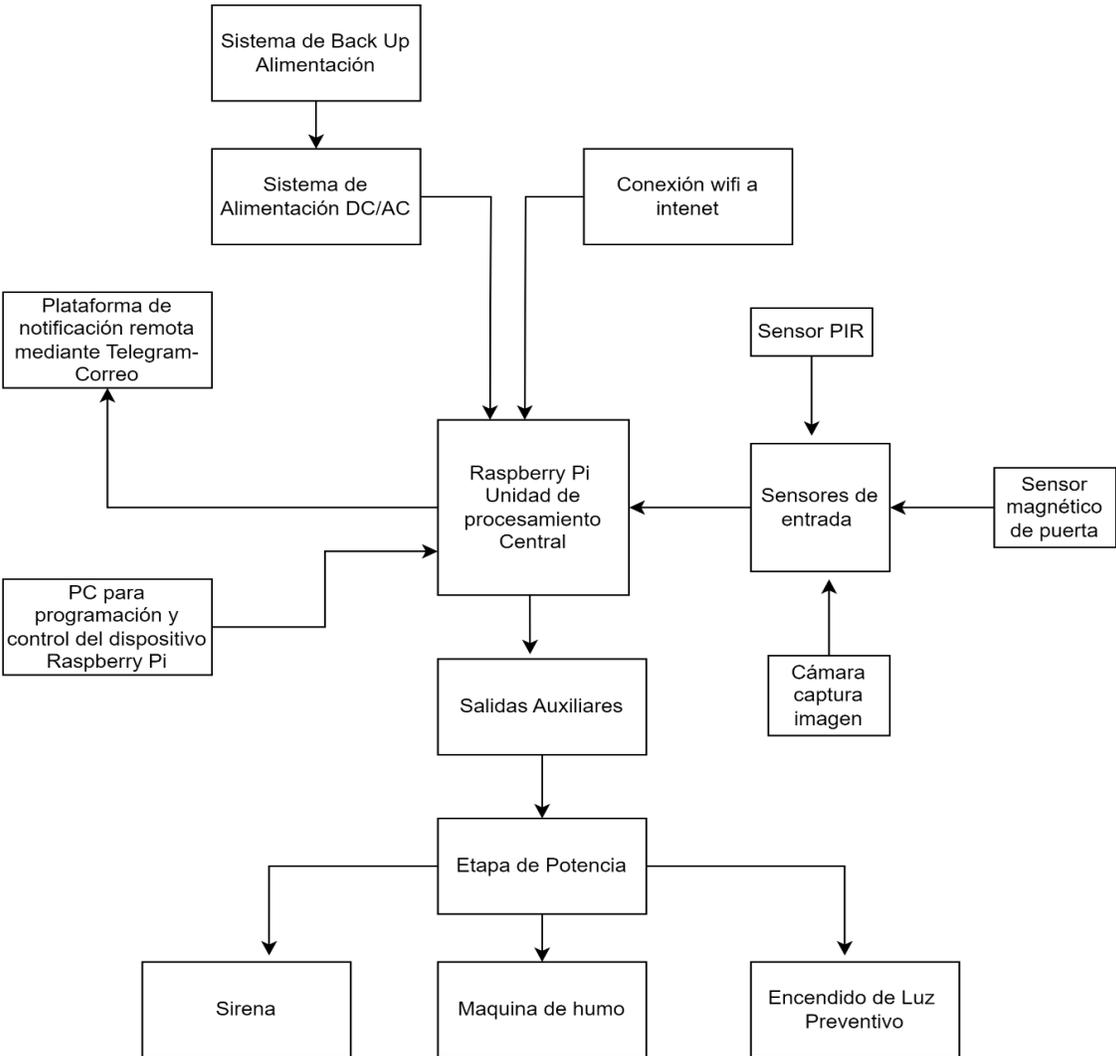
Se toma en cuenta la implementación de una herramienta de IA mediante el uso de la librería OpenCV, la cual se basa en una biblioteca de código abierto; se necesita de este tipo de herramientas ya que la IA trabaja a base de datos recolectados para tabular y seleccionar la información; además está basada en sistemas de visión artificial y machine learning, esto permite tomar comportamientos o tendencias de los patrones en las imágenes recolectadas.

## 5.2 PROTOTIPO

En primera instancia, se presenta un diagrama de bloques que muestra los componentes generales que deberá contener el diseño del sistema de seguridad residencial y comercial para prevenir y monitorear la seguridad en zonas vulnerables en una unidad habitacional de Tobosí del Guarco, partiendo del hecho que la unidad central de procesamiento es el Raspberri Pi,

teniendo sus sistemas de entrada y detección y sus salidas con acciones específicas de ejecución, dentro de las entradas se tiene la alimentación, internet, PC para programación y control, sensores magnéticos y PIR, por otra parte en las salidas se tiene la plataforma de notificaciones, sirena, máquina de humo o luz auxiliar.

**Figura 10** Diagrama de bloques prototipo



Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Se continúa la instalación el sistema operativo a la Raspberry Pi como se despliega en el artículo de (Ingeniería MCI Ltda, 2021), para esto es necesario instalar el sistema operativo, el cual se instala desde un archivo externo el OS oficial, previamente conocido como Raspbian y ahora llamada Raspberry pi OS. Se realiza de manera externa porque es el mismo procedimiento para cualquier otro sistema operativo compatible con la arquitectura de la Raspberry Pi.

Básicamente se descargan 2 elementos, uno corresponde al instalador oficial, desde la página [www.raspberrypi.org/software](http://www.raspberrypi.org/software), que se elige de acuerdo con la computadora que se tenga, como se puede referenciar en la Figura 11. Instalación del OS usando Raspberry PI Imager.

**Figura 11.** Instalación del OS usando Raspberry PI Imager.



Fuente: (Ingeniería MCI Ltda, 2021)

Posteriormente se debe descargar de forma manual el SO al dar clic en “See all download options” se tendrá acceso a distintas versiones del SO y otros sistemas que más adelante se pueden probar de la misma manera, como se puede observar en la Figura 12. Instalación de la imagen del Sistema Operativo

**Figura 12.** Instalación de la imagen del Sistema Operativo



Fuente: (Ingeniería MCI Ltda, 2021)

Una vez instalado el gestor de instalación oficial y descargado el sistema operativo, se procede a instalarlo en su “disco duro” la tarjeta Micro SD. Se conecta la SD al computador, se abre el gestor y se tendrá la ventana con 3 opciones, sistema operativo, almacenamiento y escribir, que se habilitará al seleccionar las otras 2 opciones, esta gestión se puede ver en la Figura 12. Instalación de la imagen del Sistema Operativo

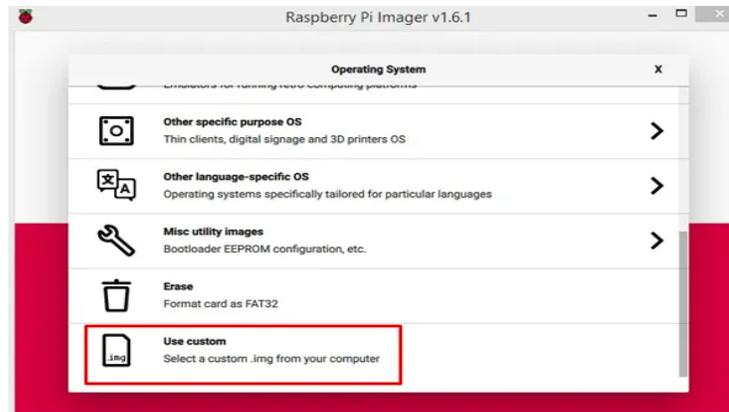
**Figura 13.** Gestor de opciones del Raspberry Pi



Fuente: (Ingeniería MCI Ltda, 2021)

Se descarga la última opción, “use custom” en ella abrirá una ventana para buscar el archivo comprimido del sistema operativo a instalar.

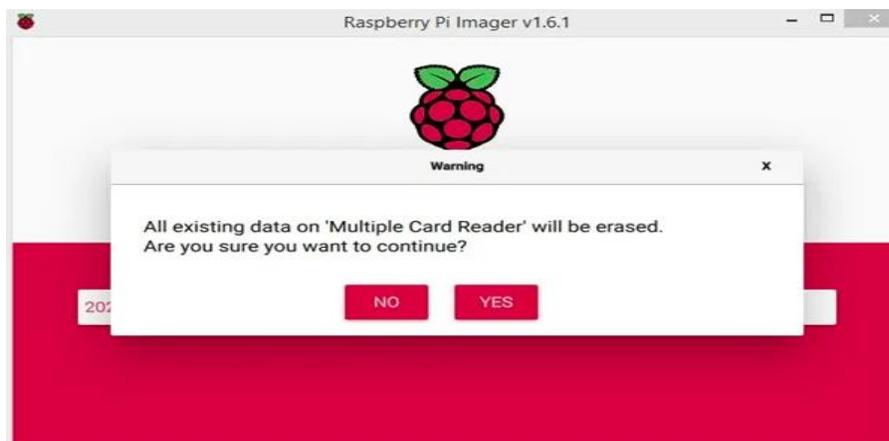
**Figura 14.** Opción de archivo para archivo comprimido de descarga.



Fuente: (Ingeniería MCI Ltda, 2021)

Una vez seleccionados estos archivos, es posible escribir la tarjeta SD, para lo cual se debe seleccionar “write” y dará un mensaje que la tarjeta será borrada antes de instalar todos los archivos necesarios. Hay que presionar “YES” para continuar.

**Figura 15.** Escritura del archivo en la SD



Fuente: (Ingeniería MCI Ltda, 2021)

Si el proceso fue ejecutado como lo esperado, entonces se despliega un mensaje de que la tarjeta ha sido escrita y se puede sacar del lector.

Una vez cargado el sistema operativo en el disco duro de nuestra RPI, ahora se debe insertar la tarjeta en la ranura para SD, se enciende el monitor y se energiza la Raspberry. Aparecerán pantallas de carga y finalmente llegara la pantalla de inicio y la configuración como se visualiza en la Figura 16. Pantalla de inicio para instalación de OS

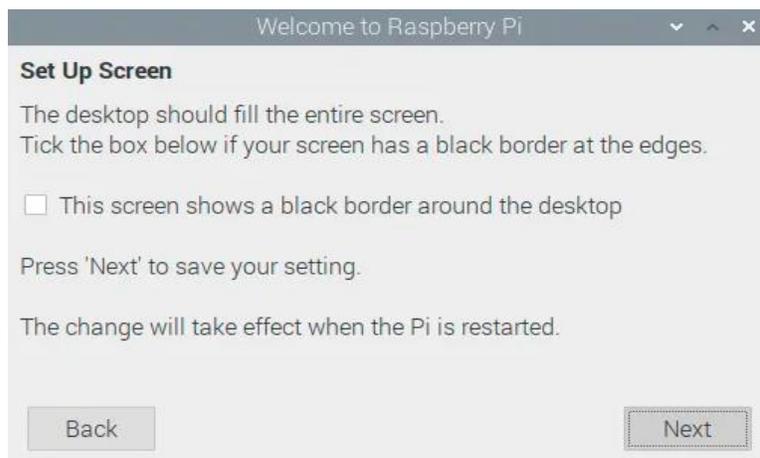
**Figura 16.** Pantalla de inicio para instalación de OS



Fuente: (Ingeniería MCI Ltda, 2021)

La ventana para contraseña permitirá cambiar el usuario y la clave, sin embargo, para iniciar se recomienda dejarlo en blanco y seleccionar continuar. Por defecto el usuario es “pi” y la clave es “raspberrypi”, como se observa en la Figura 17. Interfaz para cambiar contraseña del Raspberry Pi

**Figura 17.** Interfaz para cambiar contraseña del Raspberry Pi



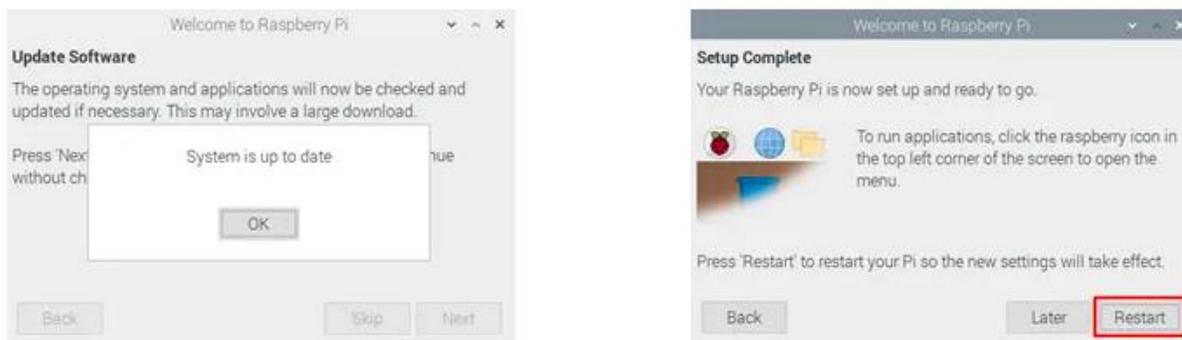
Fuente: (Ingeniería MCI Ltda, 2021)

Se le debe dar continuar; si la pantalla tiene bordes negros se debe seleccionar el cuadro blanco antes de pulsar “Next”.

En la pantalla de conexión wifi, se presiona Skip porque esta conectados por cable, sin embargo, si no fue usado un cable de red y solo hay wifi se debe seleccionar la red a la que se está conectado, presionar next e ingresar la clave de dicha red en otra ventana que aparecerá.

Posteriormente se habilita la posibilidad de actualizar el sistema, se puede saltar este paso y hacerlo después, pero siempre es recomendable mantener actualizado todo, ya que en cada nueva versión se corrigen errores y se logran mejores resultados, como se puede ver en la Figura 18. Ventana de actualización del OS.

**Figura 18.** Ventana de actualización del OS.



Fuente: (Ingeniería MCI Ltda, 2021)

Al finalizar el proceso de update del sistema o al saltarlo, se finaliza la configuración y se presiona “Restart” para reiniciar el equipo.

Se prosigue con la instalación del IDE en el ordenador. Cuando todo esté listo tras el reinicio, se da clic en el terminal, desde ahí se instalan las aplicaciones, se modifican archivos y se actualiza el sistema, es similar a cmd de Windows. Está en la barra de tareas y tiene un símbolo que hace referencia a código, como se puede ver en la Figura 19. Instalación del IDE en el ordenador.

**Figura 19.** Instalación del IDE en el ordenador.



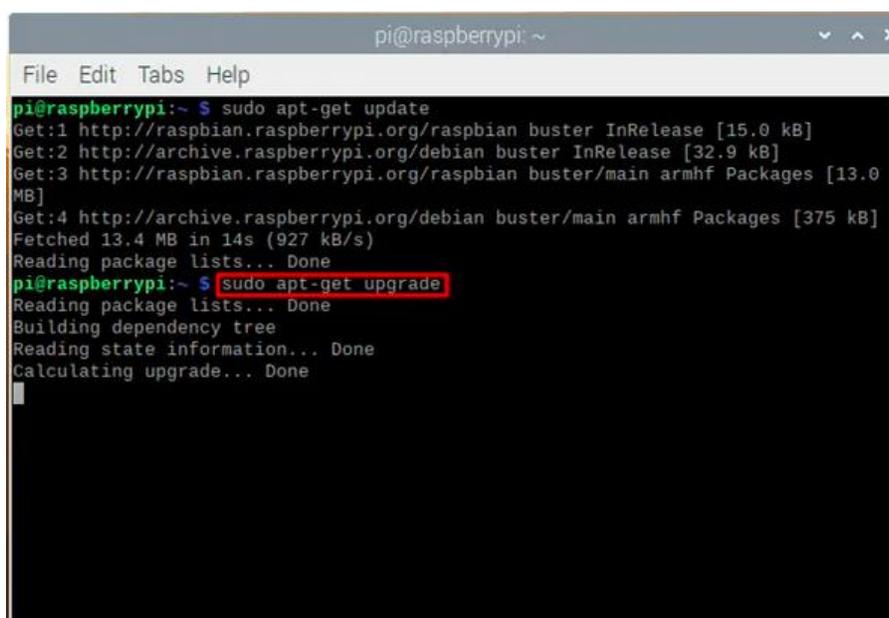
Fuente: (Ingeniería MCI Ltda, 2021)

Cuando se abra el terminal lo primero que se debe hacer antes de instalar cualquier aplicación es actualizar el sistema. Esto porque tras la configuración la forma más cómoda de hacerlo es por comandos.

En los comandos se usa sudo al principio de cada comando, esto se usa porque se está trabajando como usuario, lo que da permisos para edición en la mayoría de las carpetas y archivos, sin embargo, no en todas, cuidando así el sistema, sudo verifica la lista de permisos y ejecuta los que están permitidos.

APT es un gestor de paquetes que simplifica la interacción con un sistema de paquetes, como se puede referenciar en la Figura 20. Actualización del sistema mediante apt

**Figura 20.** Actualización del sistema mediante apt



```
pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt-get update
Get:1 http://raspbian.raspberrypi.org/raspbian buster InRelease [15.0 kB]
Get:2 http://archive.raspberrypi.org/debian buster InRelease [32.9 kB]
Get:3 http://raspbian.raspberrypi.org/raspbian buster/main armhf Packages [13.0 MB]
Get:4 http://archive.raspberrypi.org/debian buster/main armhf Packages [375 kB]
Fetched 13.4 MB in 14s (927 kB/s)
Reading package lists... Done
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt-get upgrade
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
Calculating upgrade... Done
```

Fuente: (Ingeniería MCI Ltda, 2021)

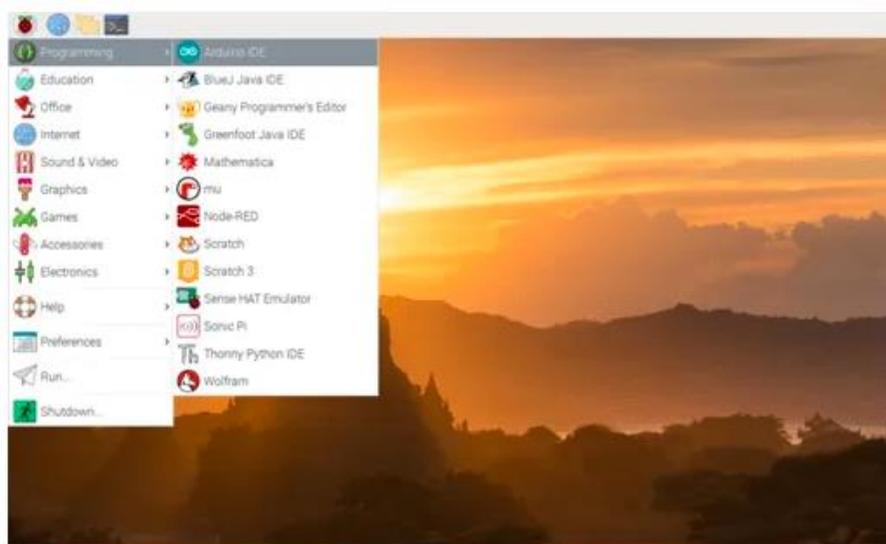
Posteriormente, se continúa con el proceso de upgrade; se escribe “sudo apt-get upgrade, comenzará a verificar si se tiene los últimos complementos, lo que tardará más tiempo que el

update. El upgrade es una actualización del sistema y de las aplicaciones contenidas, por esta razón puede tardar bastantes minutos.

Ya finalizadas las actualizaciones, se instala el IDE. Para eso se escribe “sudo apt-get install -core” esto verificará y preguntará si se quiere continuar, se escribe “y” luego enter.

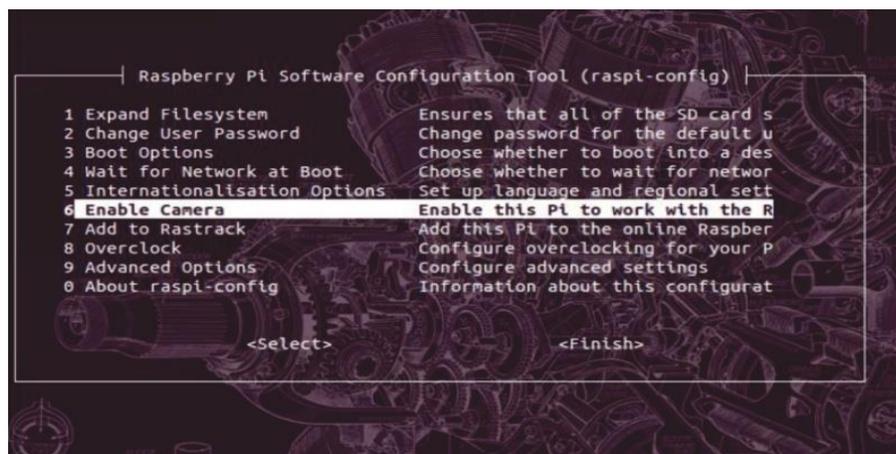
Finalizada la instalación, se puede ver el programa instalado en el menú de inicio en la sección programación, tal y como se puede observar en la Figura 21. Visualización del OS instalado.

**Figura 21.** Visualización del OS instalado



Fuente: (Ingeniería MCI Ltda, 2021)

Las últimas versiones del sistema operativo de las Raspberry Pi incluyen el controlador de la cámara que es de suma importancia para el proyecto, por lo cual no fue necesario instalarla; en lugar de ello, fue habilitada con el comando raspbi-config, según la Figura 22. Habilitación de la cámara.

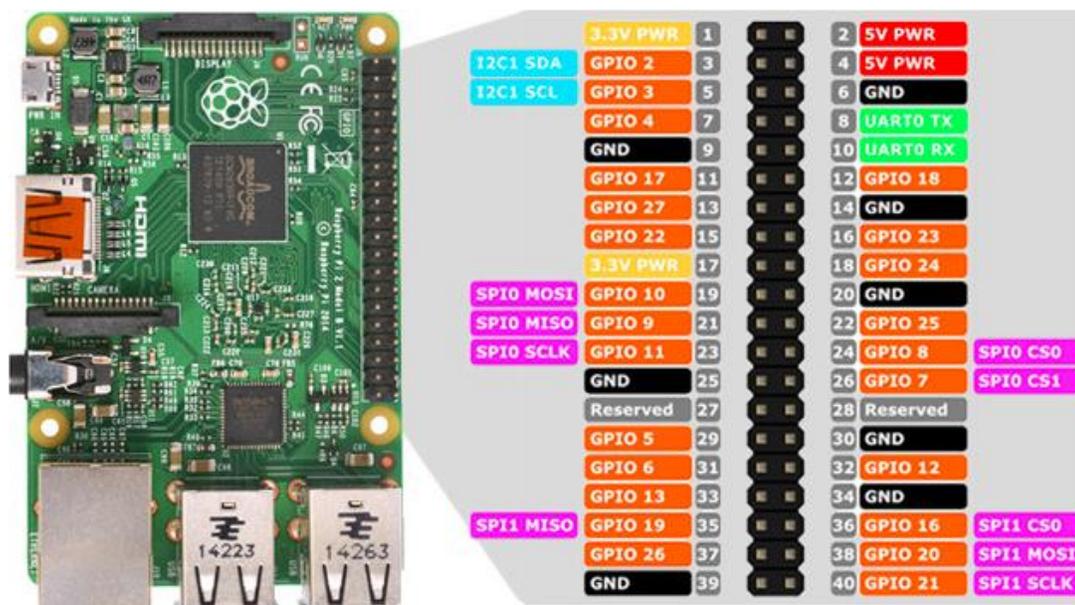
**Figura 22.** Habilitación de la cámara

Fuente: (Godoy, 2017)

Para tener una visión más amplia del Hardware, se debe de conocer con detalle la ubicación de los GPIO que serán configuradas y así conectar los diferentes periféricos del sistema.

General Purpose Input Output (GPIO), según (Asociación Programa Ergo Sum, 2023), es un sistema de entrada y salida de propósito general, es decir, consta de una serie de pines o conexiones que se pueden usar como entradas o salidas para múltiples usos. Estos pines están incluidos en todos los modelos de Raspberry Pi, aunque con diferencias como se puede observar en la Figura 23. Visualización de GPIO.

Figura 23. Visualización de GPIO



Fuente: (Asociación Programa Ergo Sum, 2023)

### 5.3 DEPURACION Y RESULTADOS

La depuración de datos es crucial para garantizar la calidad y fiabilidad de los resultados obtenidos en este caso en el proyecto del sistema de seguridad en la unidad habitacional, durante la etapa de diseño se toman en cuenta aspectos de hardware y el software que son valorados y tomados como punto de mejora dentro de los cuales se pueden citar los siguientes:

Una de las funciones que se mejoró fue el de código fuente para el sistema de detección de voltaje, inicialmente no estaba presupuestado que esta función estuviese incorporada al sistema de seguridad, pero si es de suma importancia por lo que se diseñó el sistema mediante programación del GPO 17, un relay y una fuente de 110v AC a 12v DC.

Se necesitaba determinar como la falta de voltaje pudiera generar una notificación mediante el dispositivo cuando la alimentación primaria en este caso del tomacorriente ubicado antes de la conexión de la UPS no tuviese alimentación de 110 v AC.

Se realiza la conexión de la fuente 110v AC, la misma con la salida de 12v DC alimenta la bobina del relay configurado como NC mediante la patilla 87a y la patilla 30 de la entrada a la conexión de 3v en el raspberry, esto para garantizar la detección de dicho voltaje en el GPO 17, cuando se interrumpe la alimentación el relay cambia de estado limitando el voltaje de 3v y así el GPO 17 detecta que ya no tiene ese voltaje de referencia, con la incorporación del código de programación se realiza un pull up, después se define la función principal con un try y un while junto con un if para que se envíe la notificación a Telegram, de esta manera se incorpora con éxito el sistema de notificación por falta de energía en la alimentación principal, en el apartado de implementación se puede explicar más sobre el proceso de diseño.

Para lo que son los parámetros de configuración en el correo electrónico y así poder tener las notificaciones y el envío de las imágenes se presentaron algunos inconvenientes, dado que Gmail por cuestiones de seguridad a partir del 30 de mayo del 2022, cambió ciertos pasos para la verificación en dos pasos y generar una clave de 16 dígitos, debido a esto se realiza una investigación para incluir en el script de programación dicha información; esto se debe a que se tiene que configurar el smtp server y el smtp port para tener comunicación entre el dispositivo y el correo de Gmail, una vez teniendo esta información se incorpora y se realizan las pruebas de enlace teniendo resultados satisfactorios. Se tiene que tener en cuenta que estos procesos de configuración son muy cambiantes debido a situaciones de seguridad y hay que tomarlos en cuenta a la hora de realizar un diseño, de igual forma este tema se puede detallar aún más en la sección de implementación.

## 5.4 IMPLEMENTACIÓN

### 5.4.1 Implementación del software.

Se utilizó Python como lenguaje de programación del algoritmo y se importaron las librerías `time` para manejo del tiempo; `RPi.GPIO` para controlar pines del Raspberry, `smtplib` para el uso del servidor email y `Pi Camera` para la operación de la cámara, como se puede observar en la Figura 24. Implementación de librerías en Python

Figura 24. Implementación de librerías en Python

```
import smtplib
from email.MIMEMultipart import MIMEMultipart
from email.MIMEBase import MIMEBase
from email.MIMEText import MIMEText
from email import Encoders
import os
import RPi.GPIO as GPIO
import time
import picamera
import datetime
```

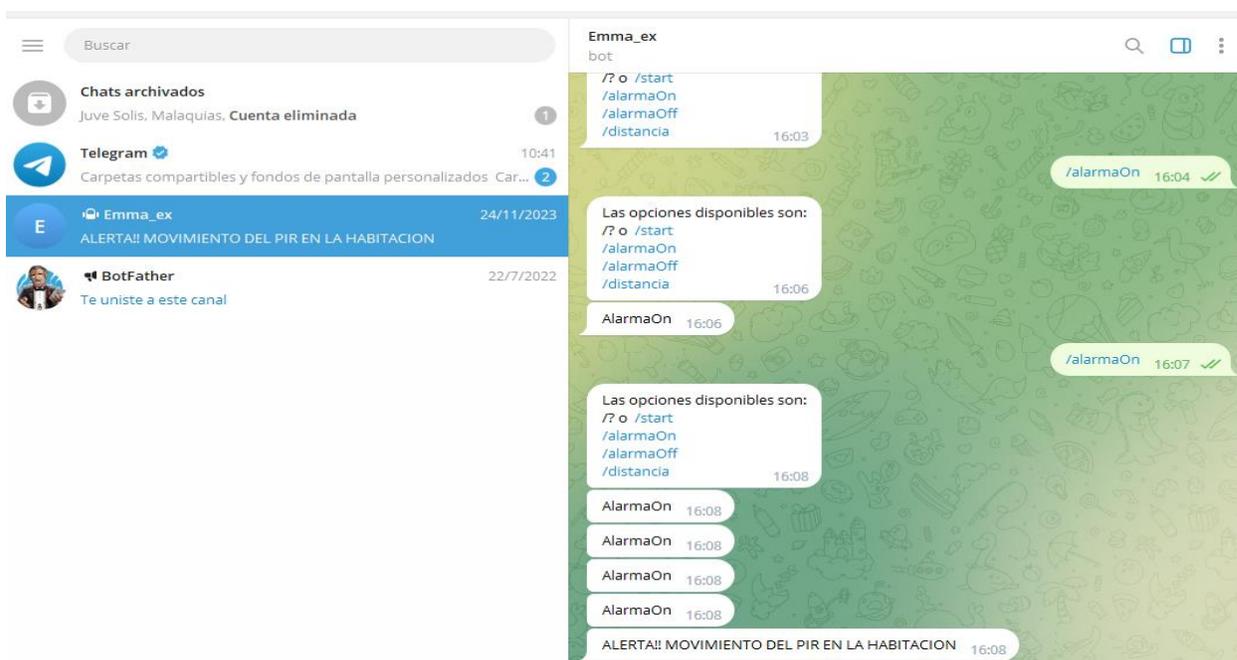
Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Además, se debe crear un Bot en Telegram, para esto se debe efectuar los siguientes pasos:

- a) Se debe abrir la aplicación y buscar `@BotFather`. BotFather puede crear y gestionar bots.
- b) Se envía `/start` al BotFather para recibir una lista de comandos. ("`/`" es una convención de telegramas para enviar comandos al bot).
- c) Para crear un nuevo bot, envía `/newbot`. a continuación, el BotFather enviará las instrucciones a seguir, como decidir el nombre, el nombre de usuario, etc.
- d) Una vez hecho esto, se recibe un "Token".

Una vez creado el BotFather, se deben realizar pruebas de su implementación y asegurarse de su funcionamiento en la Figura 25. Implementación de notificaciones mediante Telegram se puede observar dicho proceso.

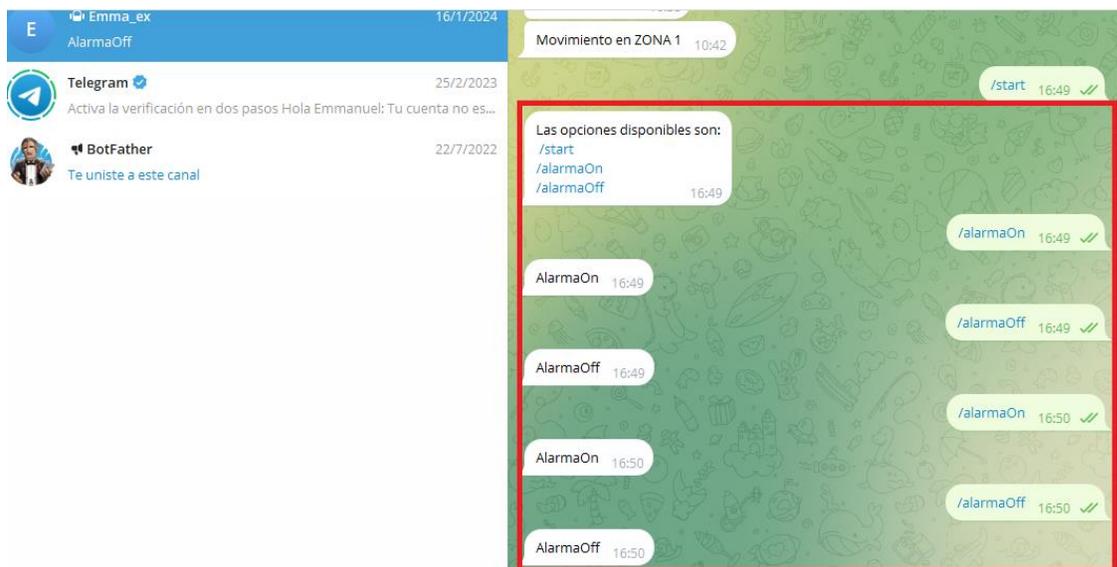
**Figura 25.** Implementación de notificaciones mediante Telegram



Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Además de la implementación del Bot para las notificaciones, el mismo se utiliza para generar un menú de acciones que ayudan a controlar el dispositivo, esto es de gran ayuda para el usuario tanto a la hora de operar el sistema como para la manipulación del mismo, así el cliente decide cuando activa o desactiva el sistema; a la hora de la activación existe un retardo de 20 segundos para que el usuario tenga el tiempo suficiente de salir de la casa y que el sistema de seguridad no se active por una falsa alarma, el menú de opciones cuenta con un start para entrar y dos opciones principales que son alarmaOn y alarmaOff, esta última opción es para desactivar el sistema, en la, puede observarse dichas funciones.

**Figura 26.** Implementación de menú de funciones mediante Telegram.



Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Para el apartado de las funciones en el menú mediante Telegram, se utilizó el siguiente código como se puede denotar en la *Figura 27*. Código para el desarrollo del menú en Telegram.

**Figura 27.** Código para el desarrollo del menú en Telegram.

```
GNU nano 5.4          foto4.py *
#define funcion principal
def fconexion(parametro):

    ChatID=parametro["chat"] ["id"]
    Comando=parametro["text"]
    print ("El Chat ID es:", ChatID, " y el comando digitado en telegram es:", Comando)

    if Comando=='/?' or Comando=='/start':
        conexionBot.sendMessage(ChatID, "Las opciones disponibles son:\n /start\n"+

    elif Comando=='/alarmaOn':
        print ("AlarmaOn")
        conexionBot.sendMessage(ChatID, "AlarmaOn")

    elif Comando=='/alarmaOff':
        print ("AlarmaOff")
        conexionBot.sendMessage(ChatID, "AlarmaOff")
```

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Es de suma importancia las notificaciones vía email, para tener documentado las imágenes de las alertas, *Figura 28*. Envío de Mensaje en Python muestra la función para el envío del mensaje

de correo electrónico con la imagen adjunta. Para ello se utilizan extensiones multipropósito de correo de internet (MIME), las cuales son convenciones dirigidas al cambio a través de internet de un tipo de archivo; soportan texto, archivos adjuntos y cuerpo del mensaje.

**Figura 28.** Envío de Mensaje en Python

```

# Crear el mensaje
msg = MIMEMultipart()
msg['From'] = from_email
msg['To'] = to_email
msg['Subject'] = subject
with open(image_path, 'rb') as f:
    img = MIMEImage(f.read())
    img.add_header('Content-Disposition', 'attachment', filename=image_path)
    msg.attach(img)

# Conectar al servidor SMTP y enviar el correo
server = smtplib.SMTP(smtp_server, smtp_port)
server.starttls()
server.login(username, password)
server.send_message(msg)
server.quit()

```

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Además de la configuración anterior se deben de configurar los parámetros del correo electrónico, como se ve en el ejemplo de la *Figura 29*. Parámetros de configuración para el correo electrónico

**Figura 29.** Parámetros de configuración para el correo electrónico

```

# Configurar los parámetros del correo electrónico para la imagen
from_email = 'emacor[redacted]@gmail.com'
to_email = 'emacon[redacted]@gmail.com'
subject = 'Alerta de Seguridad - Movimiento detectado en casa'
smtp_server = 'smtp.gmail.com'
smtp_port = 587
username = 'emacon[redacted]@gmail.com'
password = 'trtl fdfa lrbf [redacted]'

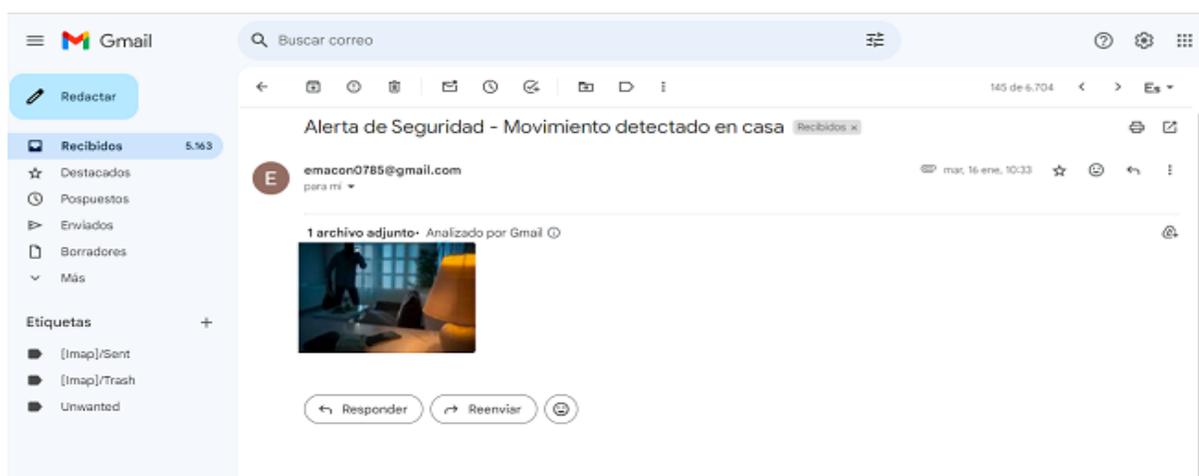
```

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

En la bandeja de entrada, puede observarse el correo electrónico con la imagen enviada con el encabezado de título Alerta de Seguridad-Movimiento detectado en casa, la cual se puede

descargar mediante el formato .jpg como se muestra en la Figura 30. Imagen visualización de imagen en bandeja de entrada, esto es importante porque le sirve al usuario como notificación y a la vez como herramienta de prueba en caso de que se requiera, cabe resaltar que la imagen se puede observar con una muy buena resolución.

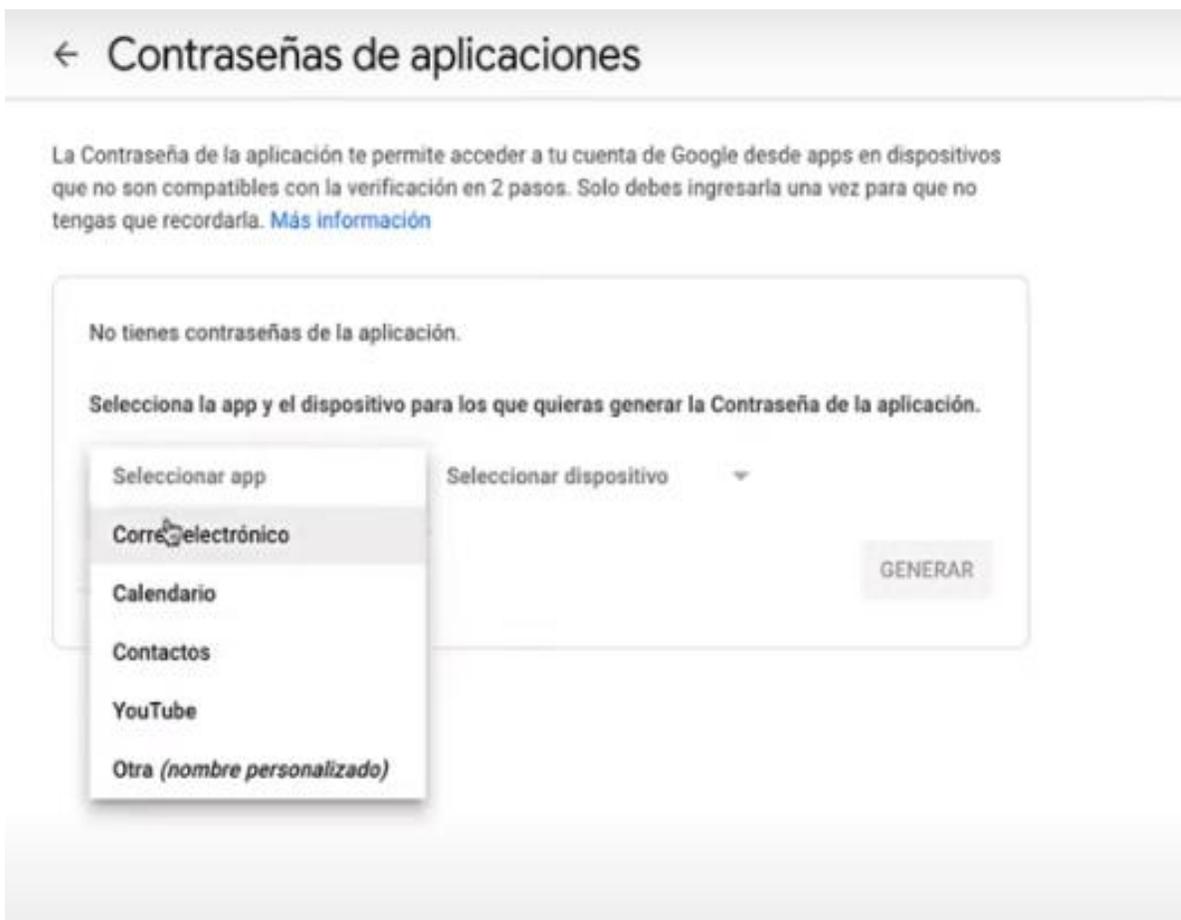
**Figura 30.** Imagen visualización de imagen en bandeja de entrada



Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Para lograr realizar la configuración del correo electrónico SMTP de Gmail, se debe de configurar el apartado de aplicaciones menos seguras en la cuenta de Google, este procedimiento es requerido a partir del 30 de mayo del 2022, se debe además de realizar la verificación en dos pasos y se va a generar una clave de 16 dígitos que es la que se debe de utilizar en el script como se muestra en la Figura 31. Configuración contraseña de Gmail.

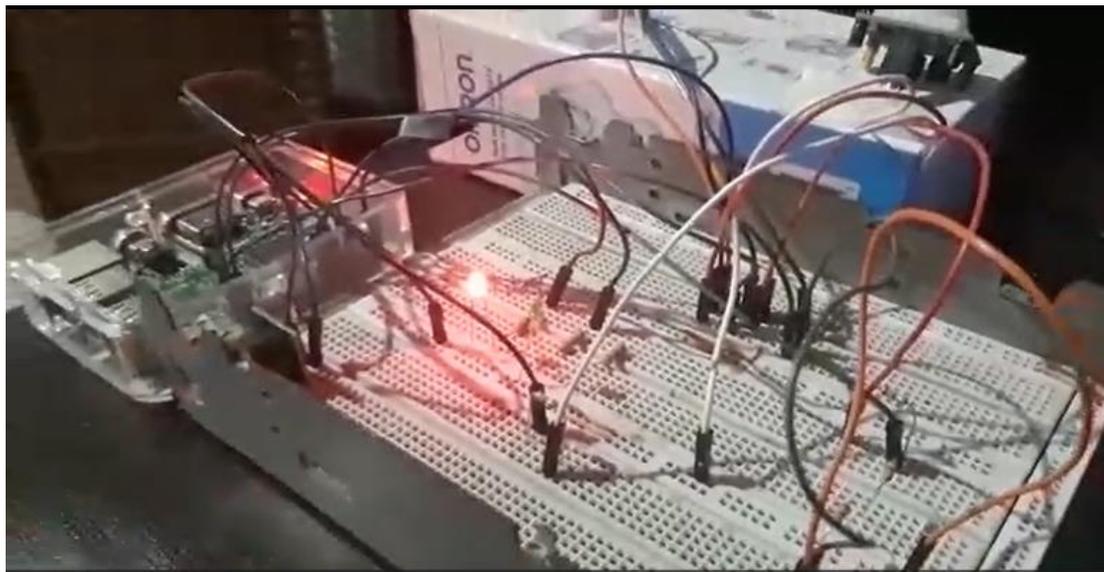
Figura 31. Configuración contraseña de Gmail



Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

En esta etapa se puede observar el prototipo en su modo de prueba e implementación, es un proceso que se debe realizar previo a la instalación final del proyecto: Lo anterior, se puede observar en la Figura 32. Referencia de prototipos sus conexiones se realizan mediante cables y por medio de la protoboard se instalan los componentes necesarios para realizar dichas pruebas.

**Figura 32.** Referencia de prototipo



Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Para mayor estética y seguridad se instala el circuito elaborado en protoboard dentro de un gabinete metálico para un mejor resguardo.

**Figura 33** Gabinete para el circuito y placa Raspberry

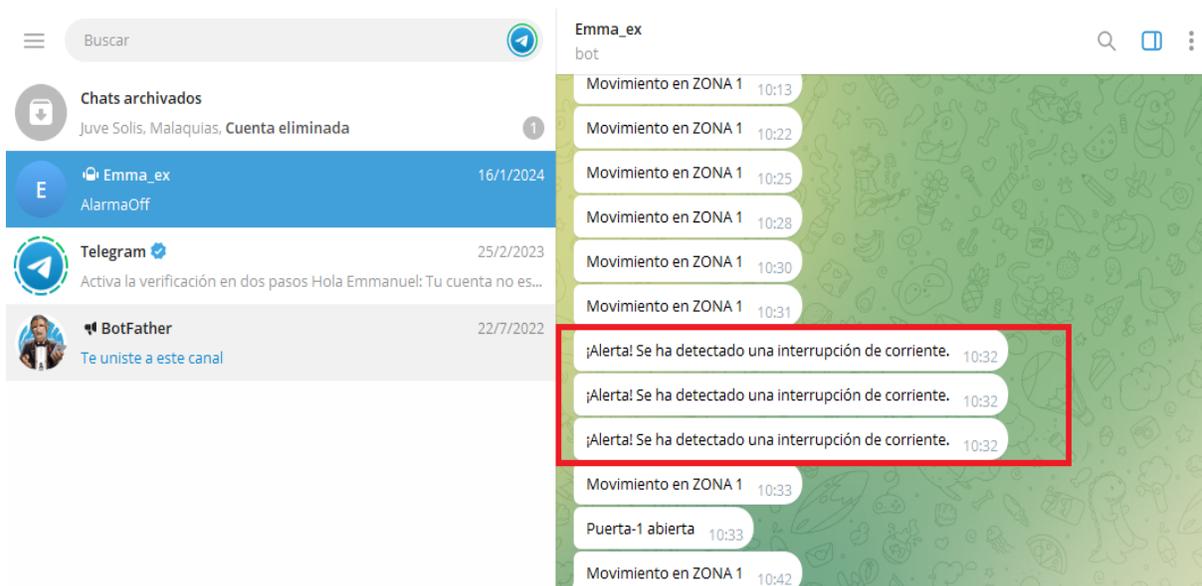


Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

En los dispositivos de seguridad es de suma importancia el sistema de back up con respecto a la alimentación principal, debido a que si esta falla el sistema deja de ser monitoreado por parte del usuario, principalmente se implementa con una batería de respaldo UPS para tener conectado el sistema de seguridad y el router de la unidad habitacional.

Para ejecutar el sistema de monitoreo se toma como referencia el pin GPIO17, el cual debe de monitorear una entrada de 3v enviado por el pin número 1 conectado a un relay alimentado con una fuente de 110v CA a 12v CD con el paso de 3v directamente desde el Raspberry, de esta manera mientras el voltaje este en forma constante no habrá alerta, si el voltaje de 110v CA de la red eléctrica no está, la conexión del paso de 3v en el relay automáticamente no estará y se enviará un mensaje a Telegram de ¡Alerta!. Se ha detectado una interrupción de corriente como se muestra en la Figura 34. Alerta interrupción de corriente

**Figura 34.** Alerta interrupción de corriente



Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Se instala la UPS o back up para respaldar la corriente eléctrica en caso de interrupción.

**Figura 35** UPS back up.



Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

El código fuente implementado para realizar el monitoreo de la alerta por falta de corriente eléctrica es el siguiente como lo muestra la Figura 36. Código fuente para la interrupción de corriente.

**Figura 36.** Código fuente para la interrupción de corriente.

```
# Configuración del pin del interruptor magnético
PIN_INTERRUPTOR = 17

def setup_gpio():
    GPIO.setmode(GPIO.BCM)
    GPIO.setup(PIN_INTERRUPTOR, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_DOWN)

def main():
    try:
        setup_gpio()
        while True:
            # Lee el estado del interruptor magnético
            estado_interruptor = GPIO.input(PIN_INTERRUPTOR)

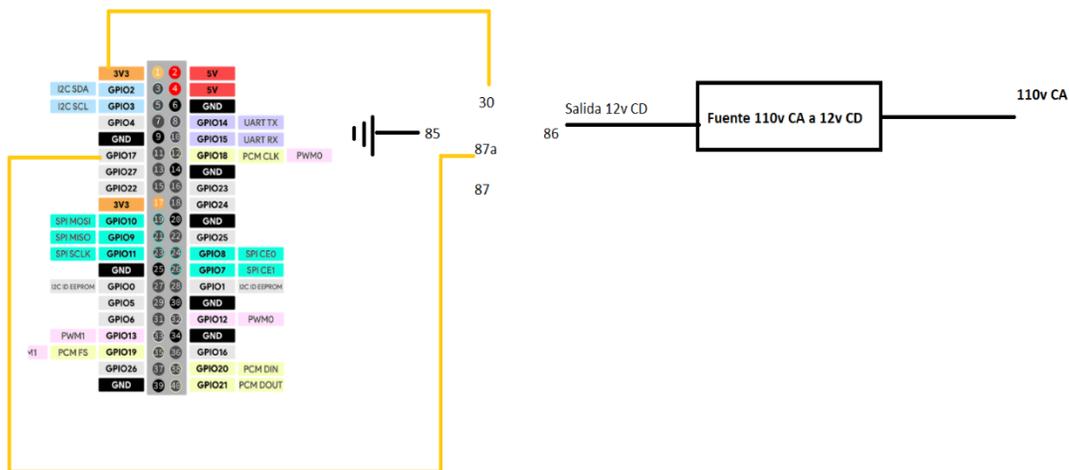
            # Si el interruptor está abierto (sin corriente)
            if estado_interruptor == GPIO.LOW:
                mensaje = ";Alerta! Se ha detectado una interrupción de corriente
                enviar_notificacion_mensaje(mensaje)

            time.sleep(5)
```

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Para implementar este sistema se realizó la conexión del siguiente diagrama mediante un relé de 12V para generar el paso de la señal y una fuente para sensar el voltaje de 110v de la red con una salida de 12 VDC.

**Figura 37.** Diagrama conexión GPIO 17, detector de voltaje.

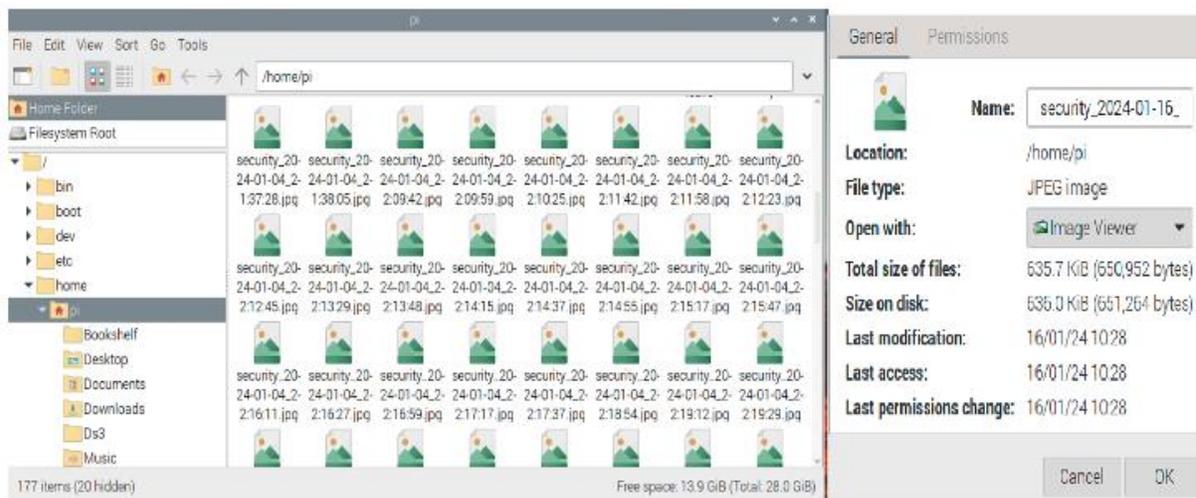


Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

El uso de una bitácora es de suma importancia para poder respaldar la información de los eventos, en el dispositivo se puede encontrar el registro donde se pueden archivar las imágenes en el directorio /home/pi, en ese apartado se puede ver la imagen JPEG, además de la fecha y hora, esto viene siendo un respaldo a lo generado en el envío del email mediante la plataforma de correo.

La generación de este tipo de datos es prioritaria para tenerla en caso de evidencia; además esto vuelve el sistema de seguridad más robusto y confiable.

**Figura 38.** Bitácora en el dispositivo Raspberry.



Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Para la instalación se toma en cuenta la infraestructura de la unidad habitacional, se considera que la misma es de una construcción reciente de aproximadamente 2 años, cuando se realizaron los planos eléctricos se tomaron en cuenta detalles de diseño para el sistema de seguridad, tuberías, puntos de sensores y una centralización de gabinete donde se encuentra el sistema de red y un grabador de CCTV, acá es donde se va a instalar y resguardar el sistema de seguridad.

En estos casos es de suma importancia a la hora de la construcción de una casa o local comercial, asegurarse dejar las previstas necesarias para los diferentes sistemas, en este caso los de seguridad, esto por un tema de estética, seguridad y costos. De esta forma no es necesario intervenir paredes, volver a pintar e inclusive repellar, además que en cuestiones de seguridad todo va bien canalizado y no con canaleta que es de fácil acceso y poco estético.

**Figura 39** Gabinete centralizado.



Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

En este mismo gabinete centralizado, se realizan todas las conexiones necesarias de sirena, módulo Raspberry, dispersor de humo, UPS y conexiones de 110v, además se realiza la implementación de un box para la cámara de 5 Megapíxeles.

**Figura 40** Protección para cámara de Raspberry



Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Para mayor seguridad el gabinete tiene un breaker dedicado de 20 Amperios, esto ayuda en caso de cualquier corto circuito para que los dispositivos instalados y la misma instalación eléctrica del hogar no se vean afectados.

**Figura 41** Instalación Centralizada en el gabinete.



Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Siguiendo con el proceso de la instalación, se coloca el sensor de puerta principal que es NC/NO, en este caso es de color blanco, el mismo es el que se encarga de detectar si la puerta se encuentra o abierta cerrada, se pinta del mismo color del perfil de aluminio por cuestiones de estética y seguridad, se debe de colocar en una posición estratégica en el recorrido de la puerta a la hora de su apertura y cuando la misma quede cerrada.

Los contactos o sensores magnéticos de apertura son uno de los dispositivos de detección más comunes. Son confiables y económicos. Además, se integran al sistema de alarma. Se pueden colocar también en ventanas e incluso conductos de ventilación. El sistema de

funcionamiento es sencillo: se basa en un elemento electrónico fijo y un imán que, al estar cerca, crea un campo magnético entre ambos. Cuando los elementos se separan, se rompe el campo magnético, se dispara la alarma sonora o lumínica. Si está conectado a la central de alarma, también enviará una alerta al operador o usuario.

**Figura 42** Instalación de sensor magnético.



Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Otro componente esencial es el sensor PIR o sensor de movimiento (Passive Infra Red - sensor infrarrojo pasivo), mide la luz infrarroja (IR) radiada de los objetos situados en su campo de visión; en este caso se instala por fuera de una tapa ciega en el sector compartido de sala comedor para que tenga una mayor área de detección.

Una de las pruebas realizadas es que estos dispositivos no detectan objetos a través de los cristales o vidrios, dato consultado por los habitantes de la unidad habitacional ya que en la

misma se tienen muchos ventanales que pueden generar falsas alarmas por plantas y árboles cercanos.

**Figura 43** Instalación de sensor PIR.

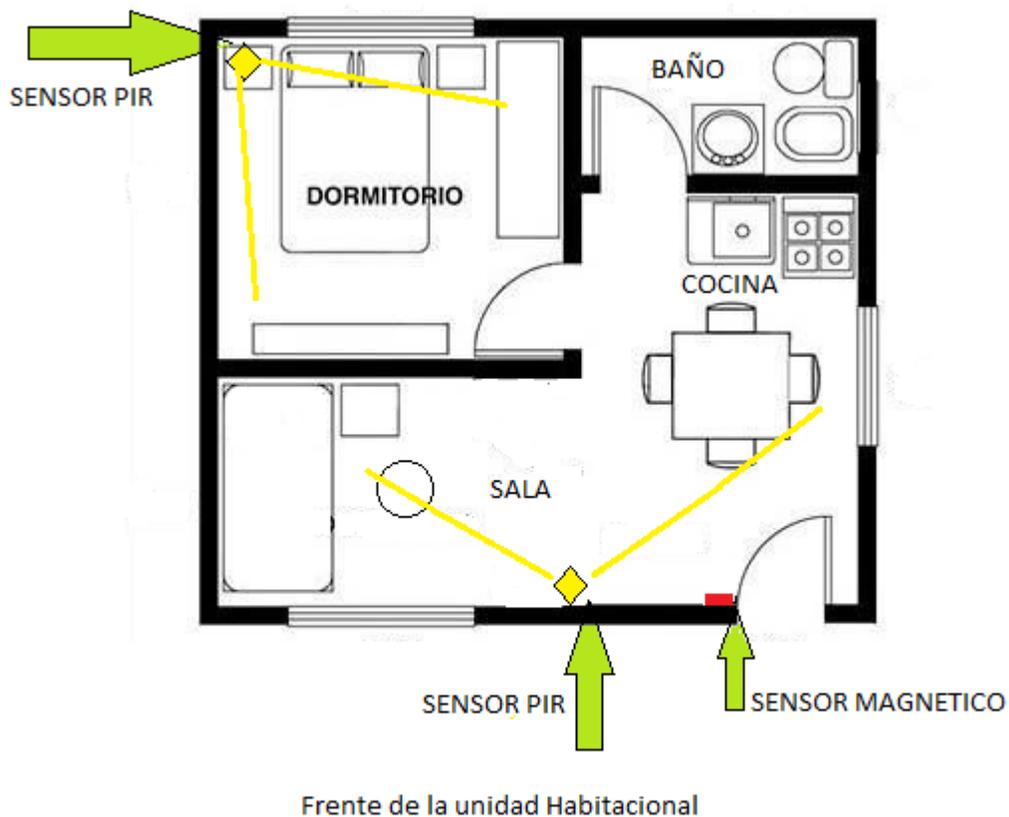


Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

### **Distribución de sensores en la instalación.**

Para tener un panorama más amplio de la instalación y los puntos donde se colocaron los sensores como los PIR y el magnético, se realizó un diagrama de distribución de la unidad habitacional, se puede observar en la Figura 44 Distribución de sensores

Figura 44 Distribución de sensores



Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Uno de los componentes que se utilizó dentro de la instalación es la máquina de humo, que mediante la programación del GPIO 15 envía la señal al relé para activar el dispositivo con el paso de 110 VCA.

**Figura 45** Máquina de humo

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

La forma de aviso sonora se ejecuta mediante una sirena de 12V DC, con la salida del GPIO 18 y la implementación del relé; además de una fuente del mismo voltaje 12VDC 2 amperios se logra activar dicha sirena.

**Figura 46** Sirena 12V DC

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

A continuación, se describe la implementación del código completo utilizado en el proyecto para mayor referencia, por razones de seguridad no se detallan elementos personales de seguridad.

\*\*\*\*\*

#Librerías utilizadas

```
import smtplib
```

```
from email.mime.multipart import MIMEMultipart
```

```
from email.mime.text import MIMEText
```

```
from email.mime.image import MIMEImage
```

```
from picamera import PiCamera

from gpiozero import MotionSensor

from time import sleep

import datetime

import RPi.GPIO as GPIO

import time

import telepot

from telepot.loop import MessageLoop

#Api Telegram

API = '5412002510:AAH8RQNZRmhdshyzmhl4iWJGA_____' #Colocar API del Bot d>

CHAT_ID = '5343075773'

conexionBot=telepot.Bot(API)

print (conexionBot.getMe())

# Configuración del sensor de movimiento

pir = MotionSensor(4) # El número 4 es el número del pin GPIO conectado al sensor de
movimiento

# Configurar la cámara

camera = PiCamera ()

# Configurar los parámetros del correo electrónico para la imagen

from_email = 'emacon0785@gmail.com'

to_email = 'emacon0785@gmail.com'

subject = 'Alerta de Seguridad - Movimiento detectado en casa'

smtp_server = 'smtp.gmail.com'

smtp_port = 587

username = 'emacon0785@gmail.com'
```

```
password = 'trtl fdfa lrbf osvs'

#Declarar GPIO en modo BCM

GPIO.setmode(GPIO.BCM)

GPIO.setwarnings(False)

#GPIO entradas

PIR = 4

Puerta_1 = 24

PIN_INTERRUPTOR = 17

#GPIO salidas

Sirena = 18

Shumo = 15

Luz = 12

#Declarar GPIO como entradas

GPIO.setup( PIR, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_DOWN )

GPIO.setup( Puerta_1, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_DOWN )

GPIO.setup(PIN_INTERRUPTOR, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_DOWN)

#Declarar GPIO como salidas

GPIO.setup( Sirena, GPIO.OUT )

GPIO.setup( Shumo, GPIO.OUT )

GPIO.setup( Luz, GPIO.OUT )

current_state=0

def enviar_notificacion_mensaje(mensaje):

bot = telepot.Bot(API)

bot.sendMessage(CHAT_ID, mensaje)

#define función principal
```

```

def fconexion(parametro):
    ChatID=parametro["chat"] ["id"]
    Comando=parametro["text"]

    print ("El Chat ID es:", ChatID," y el comando digitado en telegram es:", Comando)

    if Comando=='/?' or Comando=='/start':
        conexionBot.sendMessage(ChatID,"Las opciones disponibles son:\n
        /start\n"+"/alarmaOn\n"+"/alarmaOff\n")

    elif Comando=='/alarmaOn':
        print ("AlarmaOn")
        conexionBot.sendMessage(ChatID,"AlarmaOn")

        while GPIO.input(PIR) == 0:
            time.sleep(0.1)

        elif Comando=='/alarmaOff':
            print ("AlarmaOff")
            conexionBot.sendMessage(ChatID,"AlarmaOff")

    MessageLoop(conexionBot,fconexion).run_as_thread()

    try:
        while True:
            time.sleep(1)

            bot=telepot.Bot(API)

            IDChat=5343075773 #Colocar ID del Bot de Telegram

            estado_interruptor = GPIO.input(PIN_INTERRUPTOR)

            # Si el interruptor está abierto (sin corriente)

            if estado_interruptor == GPIO.LOW:
                mensaje = "¡Alerta! Se ha detectado una interrupción de corriente."

```

```
enviar_notificacion_mensaje(mensaje)

time.sleep(10)

#El SENSOR PIR DURA APROXIMADAMENTE 10SEG EN ALTO

if GPIO.input(PIR)== True :

    bot.sendMessage(IDChat,str("Movimiento en ZONA 1"))

    GPIO.output( Sirena, GPIO.HIGH )

    GPIO.output( Luz, GPIO.HIGH )

    GPIO.output( Shumo, GPIO.HIGH )

    time.sleep(20)

    # Capturar una foto

    timestamp = datetime.datetime.now().strftime('%Y-%m-%d_%H:%M:%S')

    image_path = f'/home/pi/security_{timestamp}.jpg'

    camera.capture(image_path)

    # Crear el mensaje

    msg = MIMEMultipart()

    msg['From'] = from_email

    msg['To'] = to_email

    msg['Subject'] = subject

    with open(image_path, 'rb') as f:

        img = MIMEImage(f.read())

        img.add_header('Content-Disposition', 'attachment', filename=image_path)

    msg.attach(img)

    # Conectar al servidor SMTP y enviar el correo

    server = smtplib.SMTP(smtp_server, smtp_port)

    server.starttls()
```

```
server.login(username, password)

server.send_message(msg)

server.quit()

sleep(10) # Esperar 10 segundos antes de verificar el movimiento nuevamente

#Acá se debe tomar la foto

else:

GPIO.output( Sirena, GPIO.LOW )

GPIO.output( Shumo, GPIO.LOW )

GPIO.output( Luz, GPIO.LOW )

if GPIO.input(Puerta_1) == True :

bot.sendMessage(IDChat,str("Puerta-1 abierta"))

GPIO.output( Sirena, GPIO.HIGH )

GPIO.output( Shumo, GPIO.HIGH )

GPIO.output( Luz, GPIO.HIGH )

time.sleep(20)

#Se pueden añadir tantas zonas y sensores de puerta como se requiera.

except KeyboardInterrupt:

print ("Finalizado por el usuario")

GPIO.cleanup()
```

```
*****
```

La implementación del IA se realiza mediante el uso de la librería OpenCV la cual se basa en una biblioteca de código abierto que contiene implementaciones que abarcan más de 2500 algoritmos. Además, está especializada en el sistema de visión artificial y machine learning.

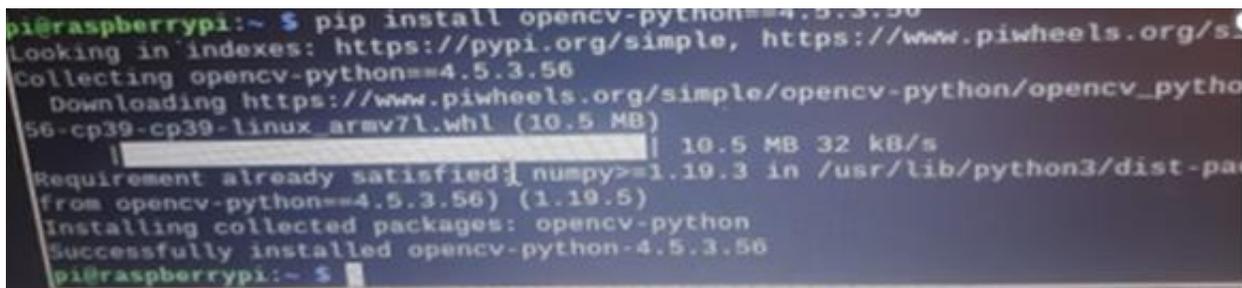
Dentro de las principales funciones están las siguientes:

- Identificar objetos o caras (reconocimiento facial).
- Encontrar imágenes similares.
- Eliminar los ojos rojos de las fotografías.
- Reconocer escenarios.
- Seguir los movimientos de los ojos.
- Clasificar acciones humanas que estén en videos.
- Extraer modelos 3D.
- Útil en campos como la robótica y la realidad aumentada.

Para lograr dicha implementación, se debe instalar primeramente la librería en la Raspberry ejecutando algunos comandos previos que sirven para la preparación de las librerías necesarias para el buen funcionamiento; en los siguientes pasos se pueden observar los comandos:

- `sudo apt-get update.`
- `sudo apt-get install vlc.`
- `sudo apt-get upgrade.`
- `sudo apt-get install libhdf5-dev libhdf5-serial-dev libatlas-base-dev libjasper-dev libqtgui4 libqt4-test.`
- `pip install opencv-contrib-python.`

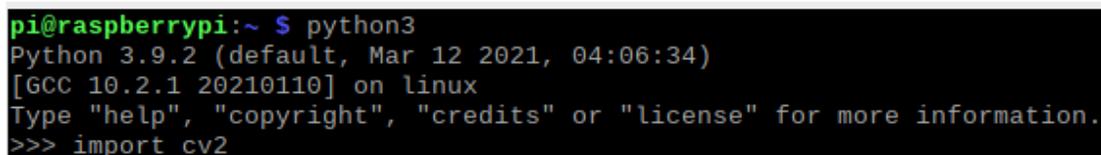
Si la instalación se realizó de una forma correcta, se desplegará una imagen como el de la Figura 47. Instalación de la librería OpenCV

**Figura 47.** Instalación de la librería OpenCV

```
pi@raspberrypi:~ $ pip install opencv-python==4.5.3.56
Looking in indexes: https://pypi.org/simple, https://www.piwheels.org/s
Collecting opencv-python==4.5.3.56
  Downloading https://www.piwheels.org/simple/opencv-python/opencv_pytho
56-cp39-cp39-linux_armv7l.whl (10.5 MB)
  |#####| 10.5 MB 32 kB/s
Requirement already satisfied: numpy>=1.19.3 in /usr/lib/python3/dist-pac
from opencv-python==4.5.3.56) (1.19.5)
Installing collected packages: opencv-python
Successfully installed opencv-python-4.5.3.56
pi@raspberrypi:~ $
```

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Para confirmar que la instalación se realizó de la forma correcta, se deben implementar los siguientes pasos según la Figura 48. Comprobación de la instalación librería import cv2.

**Figura 48.** Comprobación de la instalación librería import cv2.

```
pi@raspberrypi:~ $ python3
Python 3.9.2 (default, Mar 12 2021, 04:06:34)
[GCC 10.2.1 20210110] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import cv2
```

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Al momento de realizar esta comprobación, se presenta el problema de un error en lo que respecta a la librería numpy, que es básicamente una librería de Python especializada en el cálculo numérico y el análisis de datos, especialmente para un gran volumen de datos; sin esta comprobación no se puede realizar la prueba de corrida de un script para la comprobación de dicha librería, el error se puede observar en la Figura 49. Error de importación librería numpy.

**Figura 49.** Error de importación librería numpy.

```

192.168.31.142 (raspberrypi): VNC Viewer
pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
and make sure that they are the versions you expect.
Please carefully study the documentation linked above for further help.
Original error was: libopenblas.so.0: cannot open shared object file: No such file or directory

The above exception was the direct cause of the following exception:

Traceback (most recent call last):
  File "/home/pi/.local/lib/python3.9/site-packages/numpy/__init__.py", line 135, in <module>
    raise ImportError(msg) from e
ImportError: Error importing numpy: you should not try to import numpy from its source directory; please exit the numpy source tree, and relaunch your python interpreter from there.
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "/home/pi/.local/lib/python3.9/site-packages/cv2/__init__.py", line 5, in <module>
    from _cv2 import *
ImportError: numpy.core.multiarray failed to import
>>>

```

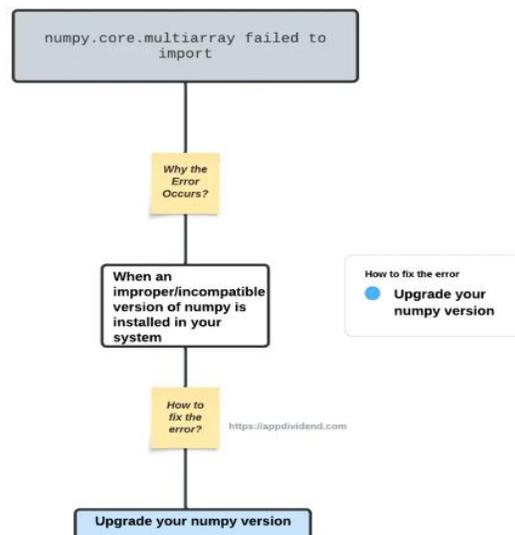
Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Para solventar el problema presentado con la librería numpy, se procede a investigar y tratar de entender las posibles soluciones, dentro de las cuales se sugiere lo siguiente según la Figura 50.

Diagrama de flujo solución error librería numpy

**Figura 50.** Diagrama de flujo solución error librería numpy

### Flow chart



Fuente: (AppDividend, 2024)

Según lo sugerido se debe de desinstalar y volver a instalar la librería, con los siguientes comandos:

- `pip uninstall numpy.`
- `pip install numpy.`

Puede observarse cómo se ejecuta la desinstalación de la librería según la Figura 51.

Desinstalación librería numpy

**Figura 51.** Desinstalación librería numpy

```
pi@raspberrypi:~ $ pip uninstall numpy
Found existing installation: numpy 1.26.4
Uninstalling numpy-1.26.4:
  Would remove:
    /home/pi/.local/bin/f2py
    /home/pi/.local/lib/python3.9/site-packages/numpy-1.26.4.dist-info/*
    /home/pi/.local/lib/python3.9/site-packages/numpy/*
Proceed (Y/n)? Y
Successfully uninstalled numpy-1.26.4
```

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Se instala nuevamente la librería, según Figura 52. Instalación librería numpy.

**Figura 52.** Instalación librería numpy.

```
pi@raspberrypi:~ $ pip install numpy
Defaulting to user installation because normal site-packages is not writeable
Looking in indexes: https://pypi.org/simple, https://www.piwheels.org/simple
Requirement already satisfied: numpy in /usr/lib/python3/dist-packages (1.19.5)
```

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Una vez ejecutados los pasos anteriores, se procede a verificar la versión de la librería import cv2, con esto se verifica que el problema del error en la librería numpy se soluciona.

**Figura 53** Verificación de la versión de import cv2

```
>>> import cv2
>>> cv2.__version__
'4.5.1'
>>>
```

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Se continúa con la prueba del scrip para verificar todas las dependencias de OpenCV, se presenta un problema en el archivo XML del clasificador de Haar para la detección de rostros (por ejemplo, haarcascade\_frontalface\_default.xml) en la misma carpeta donde se encuentra este script.

**Figura 54** Error en el archivo de atributo Cascade

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo python3 iatest.py
qTraceback (most recent call last):
  File "/home/pi/iatest.py", line 5, in <module>
    face_cascade = cv2.CascadeClassifier(cv2.data.haarcascades + 'haarcascade_frontalface_default.xml')
AttributeError: module 'cv2' has no attribute 'data'
```

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Se trata de volver a cargar el archivo XML desde la página web oficial pero el problema persiste.

**Figura 55** Instalación del archivo XML.

```
pi@raspberrypi:~ $ wget https://raw.githubusercontent.com/opencv/opencv/master/data/haarcascades/haarcascade_frontalface_default.xml
--2024-02-19 14:19:45-- https://raw.githubusercontent.com/opencv/opencv/master/data/haarcascades/haarcascade_frontalface_default.xml
Resolving raw.githubusercontent.com (raw.githubusercontent.com)... 185.199.110.133, 185.199.108.133, 185.199.109.133, ...
Connecting to raw.githubusercontent.com (raw.githubusercontent.com)|185.199.110.133|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 930127 (908K) [text/plain]
Saving to: 'haarcascade_frontalface_default.xml'

haarcascade_frontal 100%[=====] 908.33K 1.74MB/s in 0.5s

2024-02-19 14:19:46 (1.74 MB/s) - 'haarcascade_frontalface_default.xml' saved [930127/930127]
```

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

## 5.5 ANÁLISIS DE COSTOS

Para la implementación del prototipo se hace un desglose de diferentes materiales utilizados para el diseño, implementación y construcción de todo el sistema de seguridad en la unidad habitacional; también se muestran las cantidades utilizadas y el costo de cada material que se utilizó detallado en la Tabla 6. Costo de materiales utilizados.

**Tabla 6.** Costo de materiales utilizados.

Descripción del artículo	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
Raspberry Pi	€34 500	1	€34 500
Cámara 5MP Raspberry	€12 100	1	€12 100
Sensor PIR motion	€2 750	1	€2 750
Fuente de alimentación 5v dc	€2 500	1	€2 500
Cable de alimentación mini USB	€1 500	1	€1 500
Diodo LED	€275	4	€1 100
Módulo relay 1 canal 5v	€2 200	3	€6 600
Sirena 6 tonos	€6 600	1	€6 600
Maquina dispersora de humo	€35 000	1	€35 000
Bombilla 110v	€2 000	1	€2 000
Base para bombillo 110v	€1 500	1	€1 500
Gabinete plexo	€11 950	1	€11 950
		<b>Total</b>	<b>€118 100</b>

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

A pesar de la gran variedad de materiales requeridos para la creación del prototipo, afortunadamente todos se lograron encontrar en el mercado nacional. Sin embargo, a pesar de tener todos los materiales disponibles y tiene que tomar en cuenta un aspecto muy importante que son los gastos que conlleva el diseño, programación, construcción del prototipo. Para contemplar lo invertido debe de considerarse los costos por mano de obra donde se da inicio por la realización de un diseño con conocimientos técnicos y diferentes análisis,

para lograr seleccionar los componentes que realmente se necesitan para cada etapa del prototipo.

La colocación de diferentes componentes en el prototipo se tiene que considerar donde ensamblarlos y probar que el diseño sea correcto para su buen funcionamiento. Al tener identificado todo lo necesario para la construcción, se procede con la compra de todos los componentes para realizar las pruebas y luego ensamblarlos y así corroborar su funcionamiento.

Todos estos costos son calculados tomando en cuenta las tarifas establecidas por el ministerio de trabajo y seguridad social de Costa Rica en su más reciente informe. Lo mencionado anteriormente se logra detallar en la Tabla 7 Costo de implementación del prototipo.

**Tabla 7** Costo de implementación del prototipo.

Actividad	Costo por hora	Cantidad de horas	Total
Diseño del dispositivo	₡7 150	24	₡171 600
Programación del controlador raspberry Pi	₡7 150	25	₡178 750
Logística adquisición de partes	₡7 150	5	₡35 750
Construcción e instalación del dispositivo	₡7 150	15	₡107 250
Pruebas del dispositivo	₡7 150	35	₡250 250
		<b>Total</b>	<b>₡743 600</b>

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

Para dicho fin, se adjunta información actualizada como referencia de salarios mínimos del ministerio de trabajo según la Figura 56. Salarios mínimos en Costa Rica por ocupación 2024.

Se determina un valor promedio en la hora de trabajo de \$3,00, según el requerimiento y competencias en el sector privado.

**Figura 56.** Salarios mínimos en Costa Rica por ocupación 2024.

Según Decreto N°44293-MTSS, publicado en la Gaceta N°232, Alcance N°250 del 14 de diciembre del 2023. Rige 01 de enero del 2024

### SIGLAS Y SALARIOS MÍNIMOS

TONC	Trabajador en Ocupación No Calificada	¢ 11.953,65
TOSC	Trabajador en Ocupación Semicalicada	¢ 12.998,72
TOC	Trabajador en Ocupación Calificada	¢ 13.448,72
TOE	Trabajador en Ocupación Especializada	¢ 15.613,91
TES	Trabajador de Especialización Superior	¢ 24.231,19
TONCG	Trabajador en Ocupación No Calificada (Genérico)	¢ 358.609,50
TOSCG	Trabajador en Ocupación Semicalicada (Genérico)	¢ 389.961,60
TOCG	Trabajador en Ocupación Calificada (Genérico)	¢ 403.461,60
TMED	Técnico Medio en Educación Diversificada	¢ 422.798,93
TOEG	Trabajador en Ocupación Especializada (Genérico)	¢ 463.248,99
TEdS	Técnico de Educación Superior	¢ 521.053,17
DES	Diplomado de Educación Superior	¢ 562.756,90
Bach.	Bachiller Universitario	¢ 638.299,51
Lic.	Licenciado Universitario	¢ 765.985,67

**\*Salario Mínimo Mensual.**

El Salario Mínimo que no tiene ninguna indicación (\*), está por jornada ordinaria

Fuente: (Social, 2023)

Teniendo en claro los montos requeridos para la inversión del proyecto, tanto de la parte de costos de materiales, implementación y ganancia eléctrica, se elabora la siguiente tabla, en la cual se muestra el monto total en colones necesario para llevar a cabo todas las etapas del proyecto.

**Tabla 8** Costo total del proyecto

Descripción	Costo
Costo Total de materiales	€118 100
Costo de implementación	€743 600
Ganancia 25%	€215 425
<b>Total</b>	<b>€1 077 125</b>

Fuente: (Emmanuel Cordero, 2023)

## 5.6 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

En este caso se deben de tener en cuenta varias situaciones para la implementación del prototipo en la unidad habitacional, ya que es de suma importancia la colocación de los sensores como el PIR y los magnéticos para las puertas, dado que son los responsables de censar alguna violación al sistema, también la distribución del cableado es importante ya que debe de quedar estéticamente y funcionalmente bien por situaciones de seguridad, la unidad de procesamiento debe de colocarse en un lugar estratégico que tenga buena conexión a la red y en caso de intrusión que quede bien resguardado.

Las condiciones de luz es un aspecto importante ya que para una buena calidad de imágenes se debe de tener un rango considerable de luz, en caso de requerirse se debe de reforzar con luz tipo LED externa; en este caso se manejó de buena forma y no se debió de utilizar un refuerzo para esa luz.

Las notificaciones se probaron con buenos resultados en tiempo real y los clientes se dieron por satisfechos con dichas funciones, ya que es una parte esencial del proyecto, esto va enlazado a una buena señal de internet en los móviles para que no se tenga afectación.

**CAPÍTULO VI**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 CONCLUSIONES

Con la finalización de la implementación para el prototipo de seguridad electrónica de una unidad habitacional, se concluye que:

1. Se determinó que el desarrollo del prototipo de seguridad electrónica es de suma importancia para el monitoreo, prevención y resguardo de los bienes materiales no solo de una unidad habitacional si-no de cualquier otro local comercial, adaptándose así a los requerimientos del cliente.
2. Mediante las diferentes investigaciones realizadas a los sistemas de seguridad actuales que existen en el mercado, se logró plantear las mejoras necesarias como programación abierta con los requerimientos requeridos por cada cliente para contar con un sistema más robusto y funcional, resultado en un producto finalmente competitivo y a la vanguardia.
3. Se determinó de una forma analítica las diferentes circunstancias que dan pie a la manera de operar de los hampones, lo cual permitió adaptar el sistema de modo que se tomaron en cuenta aspectos clave como las horas de robo, modo de operar de los delincuentes que cada vez es más agresiva e inclusive situaciones rutinarias o de comportamiento, que los habitantes de las casas, realizan y que pueden dar oportunidad de evidenciar algún punto de vulnerabilidad.
4. Se determinó de una manera efectiva mediante un análisis estratégico de riesgo, las ubicaciones más vulnerables que deben tomarse en cuenta, para la protección que genera el sistema de seguridad, en las que se pueden mencionar siendo las más importantes las puertas, ventanas y los cielorrasos.

5. Con relación a la elección de los elementos electrónicos y tecnologías utilizados en el proyecto, se determinó que se tomaron en cuenta aspectos de funcionabilidad, costo y disposición en el mercado, mediante la investigación y estudios se llevó a dicha selección de los componentes y equipos adecuados para un proceso confiable y estable, ya que es de vital importancia que cada componente cumpla con los requisitos que generen lo que se quiera obtener a nivel de prototipo y así también que permita replicar y escalar la tecnología a un proyecto de implementación real y que sea de interés público como lo son los habitantes de diferentes unidades habitacionales y negocios comerciales.
6. Se logró implementar la funcionalidad de mensajes de notificación al usuario, en caso de una alarma por medio de las plataformas de correo electrónico y Telegram, cumpliendo así con el requerimiento de los clientes.
7. Se determinó la efectividad del sistema electrónico de seguridad, a partir de los resultados obtenidos en el proceso de pruebas de laboratorio y campo pertinentes de funcionamiento como el enlace entre plataformas de correo y Telegram, además de la prueba de los sensores magnéticos mediante continuidad y el voltaje respectivo en el PIR.
8. Se realizó la implementación del análisis de IA para las imágenes capturadas, permitiendo al cliente definir patrones o comportamientos para la toma de decisiones o acciones y así prevenir robos, quedando para una segunda fase la habilitación de la funcionabilidad de detección de rostros, dado los inconvenientes suscitados.

9. Con relación al costo beneficio de este proyecto, se puede decir con certeza que es competitivo con respecto a las ofertas disponibles en el mercado, ajustándose a los requerimientos y presupuestos del cliente.

## 6.2 RECOMENDACIONES

El alcance en concreto para este proyecto da pie a varias recomendaciones para el uso del sistema de seguridad electrónico en la unidad habitacional, dentro de las cuales se pueden citar las siguientes:

1. Es recomendable, mantener las condiciones de estabilidad del suministro de electricidad e internet para lograr una óptima operación del sistema, tanto en la operación normal como para las notificaciones remotas al usuario.
2. Se recomienda la instalación de una cámara con sistemas de IR o infrarrojos para lograr obtener una mejor calidad en la imagen, siendo que cuando el sistema propuesto se encuentra con poca luz, la toma de las imágenes no es la óptima, sin embargo, con este sistema las imágenes capturadas se verán en blanco y negro, en caso de que se requiera tener más calidad de imagen y a colores se puede poner un sistema de luz externa tipo led.
3. Es importante recomendar que previo a la construcción de cualquier edificación, se dejen todas las previstas necesarias para el funcionamiento del sistema tales como tubería para los sensores, alimentación y cableado, con el fin de optimizar tiempos y costos, además por seguridad y estética del trabajo.
4. Se recomienda implementar elementos de seguridad en los dispositivos de conectividad que integran la solución propuesta, de modo que se cuenten con los sistemas de

protección ante ciberataques de hackers que pudiesen afectar el sistema de seguridad electrónico implementado en la unidad habitacional de Tobosí.

5. Se recomienda implementar en el sistema electrónico de seguridad, la analítica de detección de rostro como punto de mejora del proyecto, la cual quedó pendiente para desarrollarse en una segunda fase, principalmente por situaciones de tiempo, análisis e investigación, pruebas, ejecución y cronograma, a fin de contar con un producto de calidad en lo referente al análisis de IA.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADT. (4 de Diciembre de 2023). *Smart Home ,Alarmas para casa*. Obtenido de <https://www.adt.co.cr/blog/sistemas-de-seguridad-privada-cual-conviene>
- Álvarez, A. A. (03 de Marzo de 2023). *Costa Rica al filo de la violencia*. Obtenido de <https://www.unacomunica.una.ac.cr/index.php/marzo-2023/4447-costa-rica-al-filo-de-la-violencia#:~:text=de%20la%20poblaci%C3%B3n,-,Falta%20de%20oportunidades,homicidios%20de%20la%20%C3%BAltima%20d%C3%A9cada.>
- Álvarez, A. A. (03 de Marzo de 2023). *Costa Rica al filo de la violencia*. [www.unacomunica.una.ac.cr/index.php/marzo-2023/4447-costa-rica-al-filo-de-la-violencia](http://www.unacomunica.una.ac.cr/index.php/marzo-2023/4447-costa-rica-al-filo-de-la-violencia).
- Ángel Córdova, A. G. (13 de Octubre de 2022). *Propuesta para la implementación de un sistema de seguridad empleando tecnología Raspberry para una estación de bombero*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8643>
- Apellido estudiante, N. (2023). *Elaboración propia*.
- AppDividend. (2024). *How to Fix ImportError: numpy.core.multiarray failed to import*. Obtenido de App dividend: <https://appdividend.com/2022/12/18/how-to-solve-importerror-numpy-core-multiarray-failed-to-import/>
- Arca, J. A. (22 de Febrero de 2023). *Los sistemas de seguridad electrónica*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/los-sistemas-de-seguridad-electr%C3%B3nica-jorge-antonio-arca/?originalSubdomain=es>
- Asociación Programa Ergo Sum. (2023). *Primeros pasos con Pines GPIO en Raspberry Pi*. Obtenido de <https://www.programoergosum.es/tutoriales/introduccion-a-pines-gpio-en-raspbian/>
- Brown, M. V. (Abril de 2017). *ORIGEN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD PARA HOGAR*. Obtenido de <https://www.redatel.net/html/origen-del-sistema-de-seguridad-para-hogar.html>
- Carvajal, E. (21 de Febrero de 2023). <https://www.crhoy.com/nacionales/inseguridad-golpea-al-pais-cada-hora-en-promedio-ocurre-un-robo-a-una-vivienda/>. Obtenido de <https://www.crhoy.com/nacionales/inseguridad-golpea-al-pais-cada-hora-en-promedio-ocurre-un-robo-a-una-vivienda/>

- Céspedes, J. A. (3 de mayo de 2023). Obtenido de Banda usa 4x4 para asaltar:  
<https://www.nacion.com/sucesos/delincuentes-usan-4x4-para-robar-caja-fuerte-con/MWNOH5MCLVDNRIP43NV7RAILXM/story/>
- Cortijo Leiva, R. E. (2017). *Repositorio digital*. Obtenido de  
<http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/1425>
- Díaz-Bravo, L. (Julio de 2013.). *La entrevista, recurso flexible y dinámico*. Obtenido de  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-50572013000300009](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009)
- Dumas, M. (2018). *Fundamentals of Business Process Management* (Vol. Segunda Edición). Springer.
- Dunjó, A. (3 de Octubre de 2021). *Alarma domestica con Raspberry Pi*. Obtenido de  
<https://arnaudunjo.com/es/2021/10/04/alarma-domestica-con-raspberry-pi/>
- Emmanuel Cordero, N. (20 de Octubre de 2023). Elaboración Propia. Universidad Hispanoamericana.
- Godoy, G. (Mayo de 2017). *Revista virtual, Universidad Católica del Norte*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.redalyc.org/pdf/1942/194252398012.pdf>
- Granados, M. L. (2015). *Sensor de Movimiento PIR HC-SR501*. Obtenido de  
[https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home\\_74/recursos/visual-basic-para-excel/17052017/u5\\_movimiento.jsp#:~:text=Sensor%20de%20movimiento%20o%20Sensor,sensor%20\(3m%20hasta%207m\).&text=Voltaje%20de%20alimentaci%C3%B3n%20de%2020V](https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_74/recursos/visual-basic-para-excel/17052017/u5_movimiento.jsp#:~:text=Sensor%20de%20movimiento%20o%20Sensor,sensor%20(3m%20hasta%207m).&text=Voltaje%20de%20alimentaci%C3%B3n%20de%2020V).
- Ingeniería MCI Ltda. (13 de 05 de 2021). *MCI Ltda*. Obtenido de  
<https://raspberrypi.cl/2021/05/13/instalacion-de-sistema-operativo-con-pi-imager/>
- LORÍA, L. R. (Noviembre de 2020.). *INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS*. Obtenido de  
[//efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/13175/Tesis-UNA-MATI-Cindy%20Segura.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/13175/Tesis-UNA-MATI-Cindy%20Segura.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- McAdam, R. (22 de Diciembre de 2022). *Estos son los cinco lugares que más registran robos en casas*. Obtenido de [https://www.teletica.com/calle-7/estos-son-los-cinco-lugares-que-mas-registran-robos-en-casas\\_326059#lnxdqz6y97elgomlzi](https://www.teletica.com/calle-7/estos-son-los-cinco-lugares-que-mas-registran-robos-en-casas_326059#lnxdqz6y97elgomlzi)

- Morales, T. S. (14 de septiembre de 2023). *Robo y asalto a viviendas: estos son los días elegidos por los ladrones y los cantones más problemáticos*. Obtenido de <https://www.elfinanciero.cr/economia-y-politica/robo-y-asalto-a-vivienda-estos-son-los-dias/QJ6KDYP6WNESTMWYVA5H5G4YDQ/story/>
- Rodriguez, J. (09 de Febrero de 2023). *Qué es el diagrama de Ishikawa, para qué sirve, cómo crearlo y ejemplos*. Obtenido de <https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>
- Sampieri, H. (2004.). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38911499/Sampieri-libre.pdf?1443413652=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSampieri.pdf&Expires=1701974567&Signature=fvd3mgBwSoKYfjnlSkGdoIP7HF8c5SLBr
- Santos, D. (14 de Marzo de 2023.). *Recolección de datos: métodos, técnicas e instrumentos*. Obtenido de <https://blog.hubspot.es/marketing/recoleccion-de-datos>
- Social, M. d. (20 de 12 de 2023). *Lista de salarios mínimos del sector privado*. Obtenido de <https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/lista-salarios.html>

## **ANEXOS**

## Lista de Anexos

En el documento adjunto se encuentra una carpeta llamada “Anexos” en la cual pueden ser localizados los documentos de apoyo utilizados para el desarrollo de esta investigación.

1. Lista de salarios mínimos sector privado Costa Rica. (Social, 2023).
2. Estudio sobre la violencia en Costa Rica 2023. (Álvarez, Costa Rica al filo de la violencia, 2023).
3. Esquema de conexiones sensor de movimiento y pin out del Raspberry. (Dunjó, 2021).
4. Estructura lógica del funcionamiento del sistema de seguridad. (Ángel Córdova, 2022).
5. Instalación de Sistema Operativo con Pi Imager. (Ingeniería MCI Ltda, 2021).
6. Entrevista a la persona de la unidad habitacional (Emmanuel Cordero, 2023).