

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

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

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA  
MEDICIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL Y  
CONTEO DE PERSONAS EN UN SISTEMA DE  
CONTROL DE ACCESO AUTOMATIZADO DE UN  
ESTABLECIMIENTO SEGÚN LAS NORMATIVAS  
ESTABLECIDAS POR MINISTERIO DE SALUD, II  
SEMESTRE 2022.**

**Sustentante:**

**Adrián Antonio Solano Gómez**

**Tutor:**

**Ing. José Alejandro Rojas López**

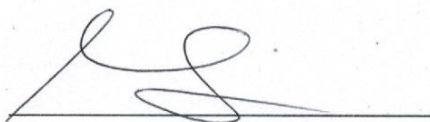
**Mayo, 2023**

# DECLARACIÓN JURADA

## DECLARACIÓN JURADA

Yo Adrián Antonio Solano Gómez, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 305080682 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: Implementación de un prototipo para medición de temperatura corporal y conteo de personas en un sistema de control de acceso automatizado de un establecimiento según las normativas establecidas por ministerio de salud, II semestre 2022, 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 San José, a los 30 días del mes de abril del año dos mil veintitrés.



Firma del estudiante

305080682

Cédula

# CARTA DE APROBACIÓN DE LA EMPRESA



28 de abril de 2023

Señores:

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

Presente

Estimados señores:

Yo Eddie Baltodano Méndez cédula 109670220, vecino de Desamparados, San José, Sub-Gerente de la empresa Sistemas Integrados de Seguridad Electrónica Avanzada S.A cuya dirección es San José, Curridabat, José María Zeledón, 200m norte de Bomba El Ranchito, Edificio K-1 , hago constar que el proyecto titulado: Implementación de un prototipo para medición de temperatura corporal y conteo de personas en un sistema de control de acceso automatizado de un establecimiento según las normativas establecidas por ministerio de salud, II semestre 2022, fue ejecutado por el estudiante Adrián Antonio Solano Gómez con cédula 305080682.

No omito indicar, que el proyecto se ejecutó satisfactoriamente de acuerdo con los alcances que esta gerencia había sugerido en la fase exploratoria. Además, durante el proceso de pruebas que nos llevó hasta abril del 2023, el estudiante demostró el compromiso, la dedicación y esmero para desarrollar las pruebas que fueran necesarias, capacitar a nuestro personal y dejar en óptimas condiciones la implementación de la solución con base a los requerimientos de la compañía y concluir de manera correcta su aporte.

Quedamos a sus órdenes para cualquier consulta:

Sr. Eddie Baltodano

Sub-Gerente

eddie.baltodano@sisea.co.cr

Tel: 22252121



# CARTA DEL TUTOR



San José, 05 de mayo del 2023

## CARTA DEL TUTOR

Señores  
Departamento de Registro  
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante **Adrián Solano Gómez**, cédula de identidad número **3 0508 0682**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **“Implementación de un prototipo para medición de temperatura corporal y conteo de personas en un sistema de control de acceso automatizado de un establecimiento según las normativas establecidas por Ministerio de Salud, II Semestre 2022.”**, 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	10
b	Cumplimiento de entrega de avances de avances.	20	18
c	Coherencia entre los objetivos, los instrumentos aplicados y los resultados de la investigación.	30	27
d	Relevancia de las conclusiones y recomendaciones.	20	16
e	Calidad, detalle del marco teórico.	20	19
	<b>Total:</b>	<b>100</b>	<b>90</b>

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

Atentamente,

**Ing. José Alejandro Rojas López**  
**Cédula de identidad: 1 1079 0035**  
**Carné Colegio Profesional: N° IEL-15888**

# CARTA DEL LECTOR



## CARTA DEL LECTOR

San José, 21 de julio del 2023

Señores  
Departamento de Servicios Estudiantiles  
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Adrián Antonio Solano Gómez, cédula de identidad número 305080682, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado *"IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA MEDICIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL Y CONTEO DE PERSONAS EN UN SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO AUTOMATIZADO DE UN ESTABLECIMIENTO SEGÚN LAS NORMATIVAS ESTABLECIDAS POR MINISTERIO DE SALUD, II SEMESTRE 2022"*, el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato.

He revisado y he realizado múltiples observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo formatos, coherencia del marco teórico y otros elementos; asimismo, he analizado la aplicabilidad, conclusiones y la originalidad de las recomendaciones, en términos del aporte que brinda la investigación. He verificado que se aplicaran satisfactoriamente las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, la tesina cuenta con el aval desde la perspectiva de lector para ser presentado en un proceso de defensa pública.

Atentamente,

JOSE LUIS MEDRANO  
CERDAS (FIRMA)

Firmado digitalmente por JOSE  
LUIS MEDRANO CERDAS (FIRMA)  
Fecha: 2023.07.21 15:13:03  
-06'00'

José Luis Medrano Cerdas  
Cédula de identidad: 503120152  
Carné colegio profesional: IET-17491

# CARTA 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, 25 de julio de 2023

Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Adrián Antonio Solano Gómez con número de identificación 305080682 autor (a) del trabajo de graduación titulado "IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA MEDICIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL Y CONTEO DE PERSONAS EN UN SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO AUTOMATIZADO DE UN ESTABLECIMIENTO SEGÚN LAS NORMATIVAS ESTABLECIDAS POR MINISTERIO DE SALUD, II SEMESTRE 2022." presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar por el título de BACHILLERATO EN LA CARRERA 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,

**ADRIAN  
ANTONIO  
SOLANO  
GOMEZ (FIRMA)**

Firmado digitalmente  
por ADRIAN ANTONIO  
SOLANO GOMEZ  
(FIRMA)  
Fecha: 2023.07.25  
13:46:45 -06'00'

Firma y Documento de Identida

## CONTENIDO

DECLARACIÓN JURADA .....	ii
CARTA DE APROBACIÓN DE LA EMPRESA .....	iii
CARTA DEL TUTOR.....	iv
CARTA DEL LECTOR.....	v
AGRADECIMIENTO.....	xii
RESUMEN .....	xiii
CAPÍTULO I .....	1
PROBLEMA DEL PROYECTO.....	1
1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO .....	1
1.1.1 Antecedentes del contexto de la empresa. ....	1
Justificación del problema .....	2
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3 OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES .....	8
1.4.1 Alcances.....	8
1.4.2 Limitaciones.....	9
CAPÍTULO II .....	11
MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 TEORÍAS REFERENTES AL DISEÑO A ELABORAR .....	12
2.2 CONTEXTO TEÓRICO .....	14
CAPÍTULO III .....	37
MARCO METODOLÓGICO .....	37
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	38
3.1.1 Enfoque de la Investigación .....	38
3.1.2 Finalidad de la Investigación.....	39
3.1.3 Dimensión Temporal .....	41
3.1.4 Marco de la Investigación.....	42
3.1.5 Naturaleza de la Investigación.....	43
3.1.6 Carácter de la Investigación.....	44
3.2 FUENTES DE INFORMACIÓN .....	47
3.2.1 Fuentes Primarias.....	47

3.2.2	Fuentes Secundarias .....	48
3.2.3	Sujetos de Información .....	49
3.3	TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS .....	49
3.3.1	Observación.....	50
3.3.2	Entrevista .....	51
3.3.3	Encuesta .....	51
3.4.1	Definición de variables.....	52
3.5	IMPLEMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	54
CAPÍTULO IV .....		61
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....		61
4.1	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	62
4.2	RECOLECCIÓN Y VALIDACIÓN DE DATOS .....	66
4.2.1	Recolección de datos.....	66
4.2.2	Instrumento para recolección de datos.....	67
4.3	PROYECCION DEL PROYECTO.....	76
CAPÍTULO V.....		78
DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO .....		78
5.1	DESCRIPCION DE LA DEMOSTRACION.....	79
5.2	ASPECTOS DE DISEÑO .....	79
5.3	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO.....	81
5.4	IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO.....	95
5.5	ANÁLISIS DE COSTOS .....	100
CAPÍTULO VI.....		103
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		103
6.1	CONCLUSIONES.....	104
BIBLIOGRAFÍA .....		108
ANEXO .....		111
	Lista de anexos.....	111

## Índice de figuras

Figura 1.	Diagrama Causa-efecto.....	4
Figura 2.	Psoc.....	20
Figura3.	Arduino Mega .....	22

Figura 4. Raspberry Pi 4 Model B.....	25
Figura 5. Sensor de temperatura.....	27
Figura 6. Sensor de movimiento.....	28
Figura 7. Motor Stepper.....	29
Figura 8. LCD 16X2 I2C.....	30
Figura 9. Cámara Raspberry Pi.....	31
Figura 10. Cámara Raspberry Pi 2.....	33
Figura 11. Página Principal ThingSpeak.....	34
Figura 12. Gráficos Thingspeak.....	35
Figura 13. App Inventor.....	36
Figura 14. <i>Logo Cayenne</i> .....	36
Figura 15. Escala de tiempo.....	59
Figura 16. Logo del Ministerio de Salud Costa Rica.....	62
Figura 17. Termómetro digital por infrarrojo.....	63
Figura 18. Equipo de conteo manual.....	64
Figura 19. Histograma Ministerio de Salud.....	66
Figura 20: Resultado de la encuesta para la pregunta 1.....	70
Figura 21: Resultado de la encuesta para la pregunta.....	70
Figura 22: Resultado de la encuesta para la pregunta 3.....	71
Figura 23: Resultado de la encuesta para la pregunta 4.....	72
Figura 24: Resultado de la encuesta para la pregunta 5.....	72
Figura 25: Resultado de la encuesta para la pregunta 6.....	73
Figura 26: Resultado de la encuesta para la pregunta 9.....	74
Figura 27: Resultado de la encuesta para la pregunta 11.....	75
Figura 28. Diagrama de bloques del prototipo.....	76
Figura 29. Demostración Prototipo.....	79
Figura 30. Diagrama de bloque interno del MLX90614 que muestra la termopila.....	83
Figura 31. Asignación de pines del MLX90614.....	83
Figura 32. Diagrama programa del sensor MLX90614.....	84
Figura 33. Inicialización de librerías.....	85
Figura 34. Programa sensor de temperatura.....	85
Figura 35. Asignación de pines del HCSR04.....	87
Figura 36. Diagrama programa del Sensor de distancia HC-SR04.....	88
Figura 37. Inicialización de pines.....	89
Figura 38. Programa del sensor de distancia.....	89

Figura 39. Programa de medición .....	90
Figura 40. Programa de la Cámara .....	91
Figura 41. Programa principal .....	92
Figura 42. Llave Thingspeak .....	93
Figura 43. Programación a IoT .....	93
Figura 44. Programación Cayenne .....	94
Figura 45. Prototipo realizando la medida .....	96
.....	96
Figura 46. Datos en el Prompt.....	96
Figura 47. Captura de la cámara .....	97
Figura 48. Datos en Thingspeak.....	98
Figura 49. Datos en App Celular.....	98
Figura 50. Exportación de datos.....	99

## Índice de tablas

Tabla 1. ....	16
<i>Comparativa de dispositivos</i> .....	16
Tabla 2. ....	53
<i>Variables de la investigación</i> .....	53
Tabla 3. ....	56
<i>Diseño de la investigación</i> .....	56
Tabla 4. Análisis de costos de materiales utilizados.....	100
Tabla 5. Costos de implementación.....	101
Tabla 6. Costos totales del proyecto.....	101

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto primeramente a Dios, a mis padres, hermanas, mejores amigos, amigos cercanos y todos los que han participado en mi progreso profesional. Sin su constante apoyo no ocuparía este lugar en este momento.

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco en primer orden a Dios, a todos mis familiares, mejores amigos, amigos cercanos y profesores que siempre me apoyaron durante todo el proceso de mi carrera.

Al profesor Ing. José Luis Medrano Cerdas por toda su enseñanza en relación con la configuración de sensores con el Raspberry Pi que me permitió tener unas bases sólidas para realizar la etapa de configuración.

Al profesor tutor Ing. José Alejandro Rojas López por toda su constante ayuda durante el proceso de investigación y elaboración del proyecto.

Al director de Carrera Ing, Luis Bogantes por todo el apoyo en este cierre de mi carrera universitaria.

## RESUMEN

En el desarrollo de este proyecto se diseñará un sistema electrónico y automatizado que cumpla con la capacidad de adaptarse a las necesidades del cliente, las cuales inicialmente son la medición de temperatura para mantener un ambiente seguro, y ser el primer filtro de los protocolos de salud actuales, producto de la emergencia de la COVID-19.

Además, para profundizar, este proyecto deberá realizar un conteo del flujo de personas que ingresen y salen por un acceso, esto para mantener la capacidad de aforo del establecimiento y colaborar con el distanciamiento social, con el objetivo de no caer en el riesgo de ser multado por las autoridades.

Cabe destacar que a partir de la implementación de este proyecto se está erradicando uno de los principales problemas de la salud actual, y a su vez, se facilita el regreso de la economía del país, brindando herramientas para adaptarnos a la nueva normalidad.

A nivel logístico, el proyecto ofrece una solución automatizada y de primera calidad para la medición y control de datos de las empresas, ya que, además brinda una plataforma para la visualización de los valores recuperados y su sistema de control donde se podrán definir los parámetros del caso.

Esta solución podrá desarrollarse en el ambiente que sea necesario y adaptarse a los requerimientos gracias a que su plataforma de desarrollo será la Raspberry Pi con un

sistema operativo Raspberry Pi OS, y en un lenguaje de programación actual como lo es Python. Para ello, será necesario tomar herramientas de medición como sensores de temperatura, sensores infrarrojo o detectores de movimiento según la necesidad.

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DEL PROYECTO**

## **1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO**

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

Sistemas Integrados de Seguridad Electrónica Avanzada S.A o mejor conocida por sus siglas como SISEA, será la empresa en la cual se desarrollará este proyecto. De esta manera, resulta de vital importancia conocer algunos detalles de dicha compañía.

Originario de la ciudad de San José, cantón de Aserrí el Sr. Alexis Méndez Marín fue el fundador del grupo empresarial Tecno Alfa & Sisea, esta última nació oficialmente en la fecha 10 de Setiembre del 2013, la cual se ha mantenido activa hasta el día de hoy y en constante expansión.

Dentro de la misión de la empresa se encuentra “proveer a nuestros clientes un servicio de calidad, en materia de seguridad electrónica para lograrlo incorporamos equipos y herramienta de última tecnología y en constante evolución, contamos con selecto grupo de colaboradores, altamente calificados e identificados en satisfacer las necesidades de nuestros clientes” (SISEA SEGURIDAD S.A, 2022).

En cuanto a su visión, la empresa se destaca por “ser empresa líder en materia de seguridad electrónica a nivel nacional, ofreciendo servicios de alta competitividad para satisfacer las exigencias de nuestros clientes” (SISEA SEGURIDAD S.A, 2022).

Dentro del enfoque del negocio se busca llegar a cualquier publico meta mediante paquetes de servicios y mensualidades accesibles. Sin embargo, también es una empresa que busca suplir las necesidades de sus clientes, por lo tanto, dentro de sus

proyectos se encuentran instalaciones de alto nivel para grandes clientes, instituciones públicas, bancos privados y otros desarrollos a nivel de cámaras y alarmas.

La experiencia en el mercado y sus más de 1500 clientes a nivel nacional respaldan a esta compañía, dentro de sus principales características se busca la satisfacción del cliente y la búsqueda de soluciones electrónicas para las necesidades que se presenten.

### **Justificación del problema**

Desde los inicios de la era industrial, la operación de los procesos y control de las variables se llevaban a cabo de una forma manual, mediante la utilización de instrumentos simple, como lo son los termómetros, manómetros, válvulas, entre otros. Sin embargo, debido al gran avance y complejidad que ha experimentado la industria, ha sido fundamental desarrollar nuevos instrumentos de medición y control. De esta manera, la instrumentación de control moderno ha desplazado al personal de la actuación física directa, relegándolo a campos de supervisión y vigilancia del proceso.

Aunado a lo anterior, la Revolución Industrial transformó aquellos elementos de la vida diaria y, por ende, la forma en que se realizan todos los procesos a nivel global. Así lo establece Gayubas (2017) al señalar que “La Revolución Industrial fue un proceso histórico de transformaciones económicas y sociales que tuvo lugar aproximadamente entre 1760 y 1840, y que desencadenó cambios sin precedentes en las sociedades occidentales y, luego, en todo el mundo” (Gayubas, 2017). Con base a lo anterior, este proyecto parte de la necesidad de automatizar los procesos y entregar información clave a los analistas de información para la toma de decisiones inmediata.

La necesidad de conocer la temperatura de las personas para evitar el contagio de la enfermedad COVID-19 e implementar un filtro en el ingreso de personas a establecimientos públicos, conlleva un gran desplazamiento de personal de sus funciones iniciales y un cambio en la logística de las empresas. Además, la posibilidad de tener datos de ingreso y salida de personas en un establecimiento resuelve uno de los principales retos actuales.

En dicho contexto, muchos lugares se encuentran bajo restricciones de aforo importantes, por lo tanto, se vuelve primordial conocer la capacidad de espacio y cumplir con lo definido por la ley según sea el caso. Producto del trabajo realizado por este prototipo, se estará llenando ese vacío en muchos negocios. Sin dejar por fuera el aporte a la salud, ya que, gracias a dichas mediciones podrán preservarse los espacios seguros y así aportar a la lucha contra las enfermedades de contagio.

Relacionado al análisis de datos producto de las mediciones tomadas por dicho prototipo y clasificadas gracias a la plataforma de IOT, los gerentes y analistas podrán tomar decisiones con mayor criterio respaldados en datos reales y no estadísticas sesgadas. Asimismo, el presente proyecto pone a disposición una solución real de las empresas y coloca este producto dentro de los servicios de la empresa SISEA como una herramienta electrónica.

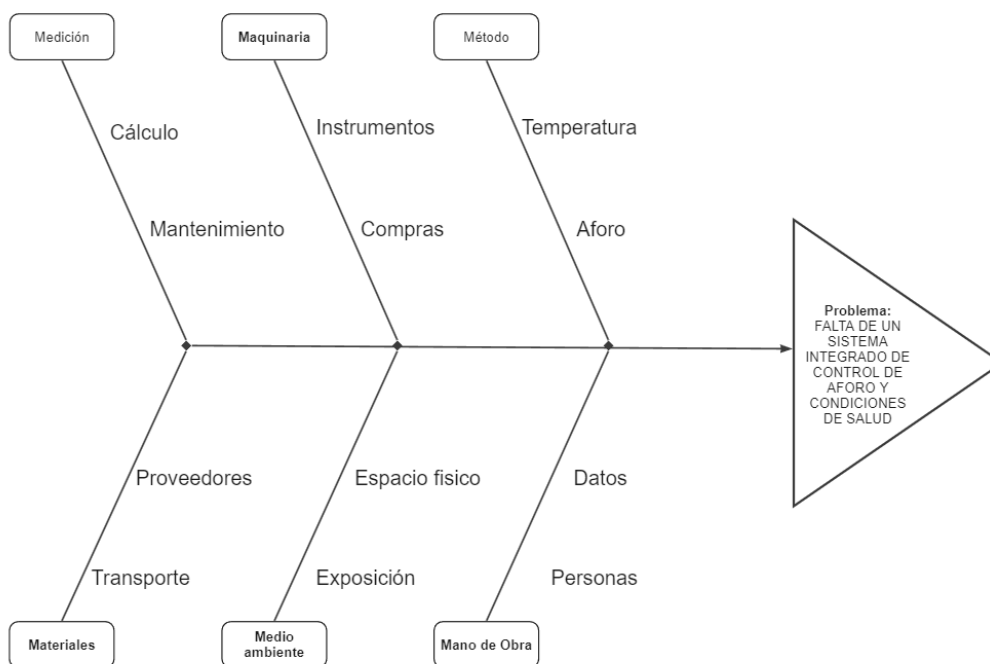
## **1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

El siguiente diagrama de causa-efecto expone las distintas variables que pueden generar un problema en el proceso de recolección de datos de salud y estadísticos en el

control de ingreso de un establecimiento, también se mencionan los factores más importantes que impactan estas variables.

**Figura 1.**

*Diagrama Causa-efecto*



*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

Luego de analizar las diferentes causas representadas en el diagrama de Ishikawa, es posible identificar una serie de puntos débiles en el proceso que se busca automatizar, todo lo anterior basado en las 6M que indica Dumas (Dumas, 2018), a continuación, se resume cada aspecto:

- Método:** Cuando se habla de método, se debe acercarse a los procedimientos de producción y apoyo, así como su aplicación o contribución a la prestación de servicios. Actualmente deben conocer la temperatura de los visitantes o clientes

para permitirles el ingreso a espacios públicos y a su vez, se debe mantener el distanciamiento social mediante aforos definidos.

- b) **Mano de obra:** Se entiende como mano de obra operativa y funcional a las personas que participan en dichos procesos. Este parámetro comprueba si las capacidades técnicas y la experiencia del personal son adecuadas para lo cual se debe habilitar puestos o recargos de funciones para realizar mediciones manuales de temperatura y el conteo de aforo, lo cual resta tiempo de las funciones originales del colaborador, y sin dejar de lado que no todo el personal se encuentra en posición de manejar estadística o toma de decisiones con los datos recuperados manualmente para la toma de decisiones.
- c) **Medio ambiente:** Se requiere habilitar un espacio físico para la toma de medidas, lo que implica la pérdida de recursos de los negocios, además de la exposición que se le presenta al colaborador de estar en contacto cercano con todos los que pasen por este filtro de control manual. “En los procesos de operación, se consideran tanto las influencias ambientales controlables como las imprevisibles. El clima y otros fenómenos naturales entran en esta categoría” (Edraw, 2023).
- d) **Maquinaria:** Se refiere a las máquinas, herramientas y otras instalaciones junto a los sistemas de apoyo subyacentes. Se invierte de forma individual en máquinas de medición, lo que implica tener mayor trabajo logístico y equipos en funcionamiento que pueden sucederle cualquier daño o pérdida. Estos instrumentos son básicos y no generan o recuperan información a ninguna plataforma o servidor.

- e) **Medición:** Se define de esta manera según Edraw (Edraw, 2023): “Es la comprobación, evaluación y otras medidas físicas, ya sean manuales o automáticas. Estar atento a los errores de calibración y a otros problemas de medición. Este parámetro es muy importante para evitar incoherencias.” El equipo se calibrará y se dará mantenimiento regularmente para evitar errores de cálculo o contaminaciones que den lugar a problemas.
- f) **Materiales:** Se define como la gestión de materia prima, componentes y recursos para satisfacer la prestación de servicios. Los problemas para conseguir materias primas de los proveedores o problemas de transporte se reflejan en los métodos de recolección de datos de las empresas.

A partir de las falencias descritas anteriormente, se considera que se puede brindar una solución moderna y adaptable a las necesidades que se presenten. A raíz de ello, nace la siguiente interrogante:

¿Cuál será la mejor forma de diseñar e implementar un prototipo automatizado para la medición de temperatura y el conteo de personas integrado, con su plataforma de control, además con visualización de datos mediante la web, que evite los riesgos de contagio desde la línea de salud y nos controle la cantidad de aforo de los establecimientos para evitar sanciones, adaptables las necesidades de cada empresa y que se pueda comercializar por parte de la empresa Sisea Seguridad?

## **1.2 OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECIFICOS**

### **1.3.1 Objetivo General**

Implementar un prototipo de un sistema integrado y automatizado para la medición de temperatura corporal y conteo de personas, de acuerdo con las normas establecidas por cada cliente; con su aplicativo de control y manejo de datos, así Sisea lo incluya dentro de su línea comercial durante el II semestre 2022.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Identificar las necesidades y requerimientos específicos del sistema de toma de temperatura, control de acceso, conteo de personas de forma ágil y eficiente.
2. Detallar las tecnologías y sensores disponibles para elegir las que mejor se adapten en los requerimientos establecidos en el dispositivo.
3. Diseñar un prototipo que cumpla con las necesidades del proyecto a nivel electrónico y funcional, con la posibilidad de adaptarse a los parámetros del cliente.
4. Analizar los costos de la implementación del proyecto para presupuestar su ejecución. Conocer los lineamientos establecidos por el ministerio de salud respecto a las condiciones de aforo y condiciones básicas para su apertura al público.
5. Evaluar la puesta en marcha del dispositivo con sus diferentes etapas de medición, recolección, control y entrega de datos.
6. Construir el prototipo del dispositivo diseñado para dar solución a la problemática principal y demostrar su funcionamiento.

7. Probar la funcionalidad del prototipo en condiciones reales para poder establecer eficacia y veracidad del equipo.
8. Incluir en la oferta comercial de la empresa dicho producto.
9. Realizar un análisis de costo-beneficio del proyecto para su comercialización.

### **1.3 ALCANCES Y LIMITACIONES**

#### **1.4.1 Alcances**

Los alcances del presente proyecto se enlistan a continuación:

- 1) Este proyecto se encuentra enfocado específicamente en la integración de dos sistemas de control o medición a los cuales se les pueda aprovechar su información mediante plataformas actuales y sin dejar de lado alertas físicas en el lugar para la visualización de las personas presentes. A continuación, se enumeran los alcances en el siguiente orden:
- 2) Al encontrarse en una etapa de salud con aprendizajes postpandemia, desean llegar a las necesidades comerciales de los establecimientos y ofrecer una solución moderna a uno de sus principales retos, que sería el poder mantener su operación con el cumplimiento de protocolos y sin exponer la salud de sus colaboradores o exponerse a multas por incumplimiento, por lo tanto, se desea llegar a grandes empresas con este producto innovador y necesario.
- 3) Utilizan tecnología de alta calidad elevando los niveles y estándares para el manejo de información ya que podrá ser visualizada desde servidores web y así facilitar la toma de decisiones, respecto a la cantidad de personal necesario para cubrir su

demanda, o las horas de mayor visita a su negocio, hasta sencillamente conocer cuantas personas ingresan por día a su local, en casos más grandes podemos pensar en la capacidad de teatros, estadios o eventos masivos.

- 4) Desde la perspectiva técnica se refleja los beneficios de las nuevas placas como Arduino o Raspberry donde brindan la capacidad de generar mediante programación enfocado a objetos soluciones reales a necesidades reales, cabe destacar que tiene una increíble capacidad de adaptación ya que su lenguaje de programación es muy abierto, por lo tanto, es un proyecto con una capacidad de adaptación alta.

#### **1.4.2 Limitaciones**

Las limitaciones de este proyecto se enumeran en el siguiente orden:

- 1) Dentro de los limitantes de este proyecto se encuentra el desinterés de alguna población por cumplir con protocolos de salud y únicamente se interesen en su beneficio personal. Por ende, no sería tan atractivo contar con una opción real de medición y control en su lugar de trabajo
- 2) Otra situación que presenta este prototipo es que, inicialmente sería limitado controlar un único acceso a la vez, pero esta limitación podría convertirse más adelante en una recomendación de crecimiento del proyecto.
- 3) Al ser un prototipo que envía información a un servidor web se requiere y depende del servicio de internet en lugar donde se vaya a instalar y un dispositivo donde visualizar dicha página.
- 4) La implementación del prototipo no elimina la posibilidad de contagio de enfermedades o cumplir con un sano distanciamiento físico, ya que la persona podría ingresar con una temperatura permitida y estar contagiada de diferentes

tipos de virus, o por negligencia no cumplir con la distancia requerida entre personas, aunque se encuentren con el aforo permitido.

**CAPÍTULO II**

**MARCO TEÓRICO**

## 2.1 TEORÍAS REFERENTES AL DISEÑO A ELABORAR

En el marco de la pandemia sufrida a nivel mundial provocada por la COVID-19 se han establecidos algunos parámetros o criterios con relación al acceso a espacios públicos y privados en búsqueda de reducir las posibilidades de contagio, todo esto se regula a partir del decreto N° 42227-MP-S, donde el Ministerio de Presidencia junto al Ministerio de Salud de Costa Rica en el artículo 1, decretan lo siguiente: “Se declara estado de emergencia nacional en todo el territorio de la República de Costa Rica, debido a la situación de emergencia sanitaria provocada por la enfermedad COVID-19” (Ministerio de Salud, s.f.).

Según el artículo 4 del decreto anterior el Ministerio de Salud, junto con la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y atención de emergencias serán los encargados del planeamiento, dirección, actividades de protección y todas las acciones durante esta declaratoria de pandemia. Además, establecerán las medidas de contingencia necesarias para mantener operativas los servicios de todo el país.

Junto a estas condiciones anteriores se inicia la serie de restricciones o limitaciones donde en el artículo 12 se menciona que el Ministerio de Salud procederá con el cierre de todo establecimiento que incumpla las medidas establecidas por dicha institución, dicho decreto ejecutivo rige a partir de 16 de marzo de 2020.

Con el fin de evitar la propagación de dicho virus, las instituciones correspondientes generaron una serie de limitaciones o acciones restrictivas, cabe mencionar dentro de ellas se estableció el decreto N° 42221 – S en el artículo 1 indica lo siguiente: “Como parte de las acciones preventivas y de mitigación dictadas por el

Ministerio de Salud para la atención de la alerta sanitaria por COVID-19, esa cartera ministerial como rectora en materia de salud deberá suspender las actividades de concentración masiva de personas que estén vinculadas con los permisos sanitarios de funcionamiento o autorizaciones sanitarias de concentración masiva” (Ministerio de Salud, s.f.).

Como referencia oficial, el documento DM-RM-2835-2020 del Ministerio de Salud en el inciso segundo dicta lo siguiente: “Durante esta emergencia nacional por COVID-19, resulta contraproducente aumentar el aforo de los supermercados, más cuando se busca un distanciamiento social para evitar los contagios con el COVID-19. Con el aumento en el aforo se estaría actuando en contra de los esfuerzos que realiza el país para lograr el distanciamiento social como principal medida para minimizar los riesgos de contagio” (Ministerio de Salud, 2021).

Este punto es clave en la definición de aforo en cada uno de los establecimientos para evitar el cierre de estos, por ejemplo, en el documento DM-RM-0852-2020 se realiza un listado en el inciso segundo sobre las limitaciones correspondientes: supermercados, abastecedores, panaderías, carnicerías, verdulerías y pulperías. Asimismo, se contemplan establecimientos de venta de insumos agropecuarios, de suministros de higiene, servicios bancarios públicos o privados, funerarias y/o capillas de velación, negocios públicos y privados donde hay comercialización de productos agrícolas, pecuarios, pesca y acuicultura, tales como ferias y mercados, con una reducción de su capacidad máxima de ocupación normal al cincuenta por ciento (50%).

Otro aspecto de suma importancia se visualiza a nivel laboral en cuanto a la reducción de jornada de la cual se habla en el DECRETO N. 9832 “Autorización de reducción jornadas de trabajo ante la declaratoria de emergencia nacional”, las empresas cumpliendo ciertos requisitos pueden optar por una disminución en su personal o en sus horas laborales, por lo que se vuelve trascendental conocer según la afluencia del público en que momentos requieren de un incremento de su planilla para llevar a cabo su gestión.

Desde la perspectiva de análisis y toma de decisiones de una empresa, es importante contemplar los tiempos y movimientos de sus puntos de venta. Así lo señala Tejada y compañía al establecer que “El estudio de tiempo y movimiento es una técnica de gran ayuda para las empresas, el cual no es valorado actualmente. Esta supone un valor importante para conseguir un trabajo de manera eficiente y eficaz. El estudio de tiempo y movimiento va dirigido a la mejora de la productividad y fue utilizada desde los siglos XIX” (Tejada Díaz, N.L., Gisbert Soler, V. y Pérez Molina, A.I., 2017)

## **2.2 CONTEXTO TEÓRICO**

Dentro del desarrollo de este prototipo es de vital importancia definir la estructura o plataformas sobre la que se va a construir el equipo, a partir de la elección de la tecnología más apta para las necesidades planteadas.

Debe de entenderse la información trascendental de cada dispositivo para poder seleccionar el ideal en un contexto que se adapte a los requerimientos del proyecto, por lo que procederá a realizar una comparación de los dispositivos en sus segmentos correspondientes iniciando por microcontroladores, sensores, software y demás.

Es importante resaltar los aportes globales que se han presentado gracias a las soluciones tecnológicas, según el artículo “La Tecnología ayuda a combatir el Covid-19” China es el país más desarrollado en tecnología y ha sido un ejemplo de cómo utilizar dicha tecnología para combatir al coronavirus. Ha utilizado inteligencia artificial, drones, App, robots, etc (Iniseg, 2020). Además, se implementó un sistema automatizado para monitorizar la temperatura de los ciudadanos, en diferentes sectores de la ciudad, metro, tren, aeropuertos y centros de servicios sociales de toda China.

Estos sistemas identifican, sin intervención humana, a las personas con temperatura elevada. Prueba inequívoca de ello es Megvii, un sistema capaz de examinar a 300 personas en un minuto y por otro lado tenemos a SenseTime, que además de examinar la temperatura, identifica a los que no llevan puesta la mascarilla. Todo esto según los datos incluidos en el artículo de Iniseg.

Estas herramientas son ejes comparativos para el desarrollo de tecnologías que apoyan a la problemática principal, para iniciar indican que la empresa Megvii se define de la siguiente forma “es una empresa de inteligencia artificial especializada en IA para aplicaciones IoT. Con el respaldo de la investigación de inteligencia artificial líder en el mundo y nuestra ingeniería de vanguardia, se ha desarrollado un sistema de productos AIoT basado en soluciones integradas de hardware y software que se adaptan a tres aplicaciones principales: Consumer IoT, City IoT y Supply Chain IoT” (Megvii, 2020).

Dentro de la oferta de productos de dicha empresa se mantienen modelos que ofrecen lo siguiente: “proporciona funciones que incluyen monitoreo y control de acceso, asistencia y puertas de enlace” (Megvii, s.f.).

Por otra parte, se encuentra la empresa SenseTime, que detalla su misión de la siguiente forma: “SenseTime es una empresa líder de software de IA centrada en crear un mejor futuro potenciado por la IA a través de la innovación. Estamos comprometidos a hacer avanzar el estado del arte en la investigación de IA, desarrollando plataformas de software de IA escalables y asequibles que beneficien a las empresas, las personas y la sociedad en su conjunto, al tiempo que atraen y nutren a los mejores talentos para dar forma al futuro juntos” (SenseTime, About Us , s.f.).

La propuesta de esta empresa se basa en lo siguiente: “Una minicámara térmica senseThunder-E es un producto de medición de temperatura diseñado en base a la tecnología de imágenes térmicas. Alimentado por un chip detector de óxido de vanadio no refrigerado de alta precisión, este producto proporciona a los usuarios una experiencia de medición de temperatura amigable y de larga distancia” (SenseTime, Manual de usuario Thunder E Thermal, s.f.).

A continuación, en la Tabla 1 se encuentra una comparación entre los modelos de ambas compañías los cuales son referencias para la construcción del nuevo dispositivo.

**Tabla 1.**

*Comparativa de dispositivos*

<b>Modelo</b>	<b>MegEye-W4K-I51-N0</b>	<b>Thunder E</b>
Detección de temperatura	NO	Hasta 1.2m sin contacto

Modelo	MegEye-W4K-I51-N0	Thunder E
Rango de temperatura	No	17 a 30° C
Reconocimiento facial	Requiere retirarse mascarilla	NO requiere retirarse mascarilla
Interfaz	Conexión con varios módulos periféricos como Wiegand, etc.	RJ45, Wiegand y GPIO
Plataforma	Rich REST API y SDK	SenseLink

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

La tecnología ha tenido una gran relevancia para detener el brote del coronavirus y así superar la crisis epidemiológica. A partir de ello, se estudiarán las diferentes tecnologías disponibles a nivel de controladores y periféricos externos disponibles para la implementación.

### 2.2.1 Microcontroladores

Los microcontroladores han aumentado su importancia en la vida de todos a lo largo de la historia. Un microcontrolador podría servir como el cerebro de los proyectos llevando a cabo instrucciones como, por ejemplo: cambios de luz, aumento de la temperatura, cambios a través de sensores de movimiento o proximidad, etc. Así lo detalla Zamudio

(1970) “Uno de los objetivos principales de la Electrónica es el resolver tareas diversas, siendo los microcontroladores uno de los dispositivos con más potencial para la solución de dichas problemáticas” (Zamudio, 1970).

Por otra parte, se encuentra la definición brindada por Pérez y compañía (2007) la cual establece que “Un microcontrolador es un circuito integrado programable compuesto de una unidad central de procesamiento (CPU), unidades de memoria RAM Y ROM, puertos de entrada y salida y diversos módulos para el control de periféricos; tales partes se encuentran interconectadas entre sí mediante líneas eléctricas denominadas buses para llevar a cabo la aplicación para la cual fueron programados” (Pérez, F. E. V., & Areny, R. P., 2007).

En un microcontrolador, el hardware ya viene integrado en un solo chip; para implementar los mismos, se debe especificar su funcionamiento por medio del desarrollo de un software, a través del cual se indiquen las instrucciones que este circuito integrado debe realizar. En la memoria ROM del dispositivo, se almacenan tales programas y el CPU se encarga de procesar paso por paso el set de instrucciones del programa y así interactuar con el circuito electrónico.

En el mercado actual, existen diversas herramientas disponibles para trabajar con microcontroladores como lo son el Psoc, Arduino, Raspberry Pi, entre otras; de las cuales se debe elegir la que mejor se adapte al proyecto que se está por desarrollar, ya que estas presentan ciertas diferencias en sus diseños y prestaciones.

### **2.2.1.1 PSOC**

Microcontroladores como este se emplean en diferentes tipos de proyectos a nivel global ejemplo de este puede ser el planteado por Texolab, que establece lo siguiente “conectar un Display LCD 16×2 al psoc4 Cy8Kit-049-4200 y vamos a aprovechar para mostrar en pantalla el valor que se leerá desde un sensor de Proximidad, y con este valor también vamos a controlar la intensidad del led que trae la placa” (Texolabnet, 2017)

Estos dispositivos fabricados por la empresa cypress son microcontroladores cuya principal característica y atractivo es el contar con módulos tanto análogos como digitales en un solo chip. Además, se puede reconfigurar dinámicamente las entradas y salidas de estos módulos. De esta manera se obtiene un componente electrónico con una gran flexibilidad. Algunas características de la arquitectura de estos microcontroladores son las siguientes:

- Unidad multiplicadora MAC.
- Reloj tanto interno como externo.
- El voltaje de referencia puede ser variado para actuar con distintos sensores.
- Voltaje de funcionamiento de 5 voltios ó 3,3 voltios.
- Posibilidad de reconfiguración.ad en su estructura.

### **2.2.1.2 CY8CKIT-059 PsoC 5LP**

La combinación de alta precisión y analógico programable y periféricos digitales con un ARM® cortex® CPU -M3 en un solo chip. Procesa las señales del sensor con el coprocesador DFB de hardware de 24 bits, descarga las tareas tradicionales de la CPU

a los bloques digitales universales basados en CPLD y aumenta el rendimiento del sistema con el controlador DMA de periférico a periférico.

Integre frontales analógicos de 20 bits personalizados de alta precisión con los bloques analógicos programables, incluidos los amplificadores operacionales, los PGA, los filtros, los comparadores, los ADC SAR y Delta-Sigma y la mejor solución de detección táctil CapSense de la industria.

## Figura 2.

*Psoc*



*Nota:* Adaptado de *Psoc*, por CY8CKIT-059, (s.f.), Infineon (<https://www.cypress.com/documentation/development-kitsboards/cy8ckit-059-psoc-5lp-prototyping-kit-onboard-programmer-and>)

### 2.2.2.1 Arduino

Arduino es una placa de hardware y software libre o conocido también como open-source, utilizada para la implementación de proyectos y facilitar el desarrollo y programación de sistemas embebidos; el cual cuenta con un microcontrolador programable interconectado con una serie de pines E/S analógicos y digitales, los cuales permiten la conexión de diferentes dispositivos periféricos, sensores y actuadores, placas de expansión (shields), de una forma más sencilla (Artero, Ó. T, 2013).

Según el proyecto ejecutado por Circuito Maker se utilizó un arduino en la construcción de un dispositivo que arroja alcohol diluido en agua sobre nuestras manos y que sus creadores llamaron «Espray Automático de Alcohol para Manos para la Prevención del Coronavirus (Covid 19)» (Maker, 2022).

El equire es una placa impresa con todos los componentes necesarios para el funcionamiento del microcontrolador y establece una comunicación con una computadora a través de comunicación serial USB.

Algunas ventajas del Arduino son las siguientes:

- Hardware libre
- Código abierto
- Bajo precio

#### **2.2.2.2 Arduino MEGA 2560**

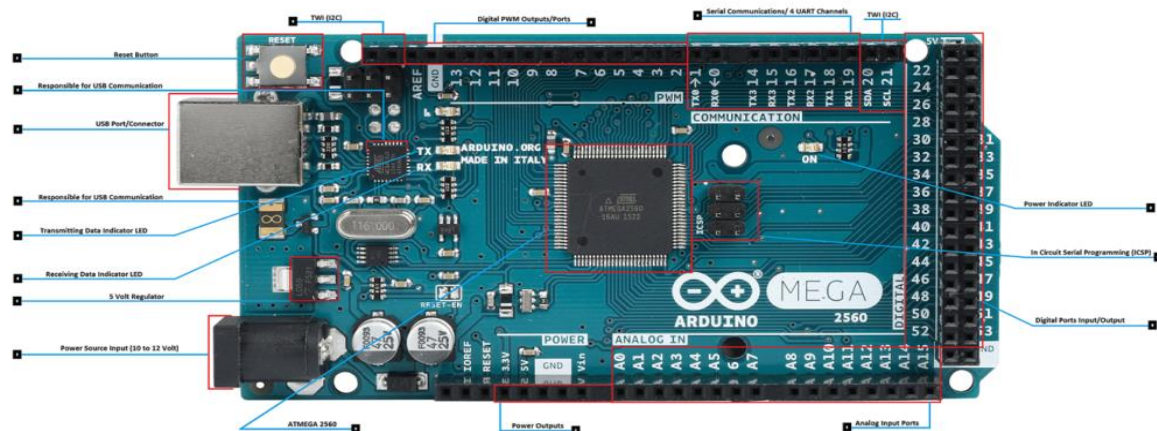
El Arduino Mega es una plataforma computacional de open-source (código abierto) basada en una pequeña placa con entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales con un pequeño microcontrolador y un entorno de desarrollo de software, fue diseñado con el objetivo de desarrollar proyectos de una manera más centralizada y simple.

El Arduino Mega es una placa electrónica basada en el microcontrolador Atmega1280. Cuenta con 54 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 14 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (puertos serie de hardware), un oscilador de 16MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una

cabecera ICSP, y un botón de reinicio. El Arduino Mega es compatible con la mayoría de los shield para el Arduino Duemilanove o Diecimila. (Arduino, 2017).

**Figura 3.**

*Arduino Mega*



**Arduino MEGA Pinout**  
www.CircuitsToday.com

Nota: Adaptado de *Arduino Mega*, por John, 2020, Circuits Today (<https://www.circuitstoday.com/arduino-mega-pinout-schematics>)

### 2.2.3.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi es la tercera marca de computadoras más vendida en el mundo. La Raspberry Pi es una computadora del tamaño de una tarjeta de crédito que se conecta a su televisor o pantalla, un teclado y un mouse. Puede usarlo para aprender a codificar y crear proyectos de electrónica, y para muchas de las cosas que hace su PC de escritorio, como hojas de cálculo, procesamiento de texto, navegar por Internet y jugar. También reproduce videos de alta definición. Según la página oficial se indica que: “La Raspberry

Pi está siendo utilizada por adultos y niños de todo el mundo para aprender programación y creación digital” (Pi Raspberry, 2013).

Sobre esta plataforma se pueden realizar cualquier cantidad de proyectos, pero es interesante destacar que según Bastarrica se están dando soluciones como la siguiente “Algo de esto hay en la utilización de muchos minicomputadores Raspberry Pi, que están proporcionando de forma barata un proceso para los respiradores mecánicos, tan vitales por estos días para tratar a los enfermos de COVID-19.” (Bastarrica, 2020), agregar que Según ha informado Tom Hardware, «la Fundación Raspberry Pi está aumentando la producción del Raspberry Pi porque los fabricantes de respiradores están utilizando la computadora para alimentar sus dispositivos que salvan vidas.

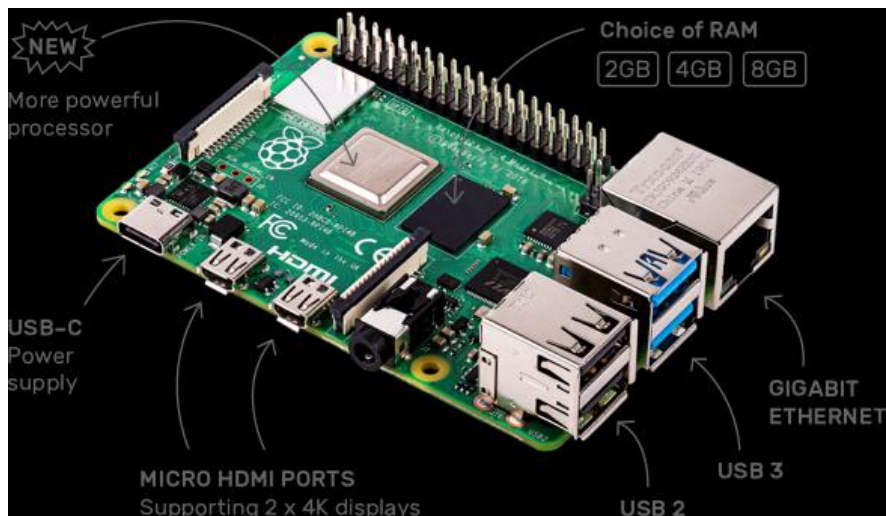
#### **2.2.3.2 Raspberry Pi 4 Model B**

En su página inicial se indica: “Una experiencia de escritorio completa. Ya sea que esté editando documentos, navegando por la web con un montón de pestañas abiertas, haciendo malabares con hojas de cálculo o redactando una presentación, encontrará que la experiencia es fluida y muy reconocible, pero en un formato más pequeño, más eficiente energéticamente y mucho más rentable” (Pi Raspberry, 2013).

Dentro de sus principales características se menciona que al no tener ventilador tiene un bajo consumo y funciona de forma silenciosa y consume mucha menos energía que otras computadoras. Además, se destaca su rapidez en las redes ya viene con Gigabit Ethernet, junto con redes inalámbricas integradas y Bluetooth. Sin dejar de lado su capacidad USB mejorada respecto a versiones anteriores y una memoria RAM de 2GB.

Sus especificaciones técnicas son las siguientes:

- Broadcom BCM2711, SoC de 64 bits Cortex-A72 de cuatro núcleos (ARM v8) a 1,5 GHz
- SDRAM LPDDR4-3200 de 2GB, 4GB u 8GB (según el modelo)
- 2.4 GHz y 5.0 GHz IEEE 802.11ac inalámbrica, Bluetooth 5.0, BLE
- Gigabit Ethernet
- 2 puertos USB 3.0; 2 puertos USB 2.0.
- Cabecera GPIO estándar Raspberry Pi de 40 pines (totalmente compatible con las placas anteriores)
- 2 x puertos micro-HDMI (hasta 4kp60 compatible)
- Puerto de pantalla MIPI DSI de 2 carriles
- Puerto de cámara MIPI CSI de 2 carriles
- Puerto de video compuesto y audio estéreo de 4 polos
- H.265 (decodificación 4kp60), H264 (decodificación 1080p60, codificación 1080p30)
- Gráficos OpenGL ES 3.0
- Ranura para tarjeta micro-SD para cargar el sistema operativo y el almacenamiento de datos
- 5 V CC a través del conector USB-C (mínimo 3 A \*)
- 5 V CC a través del encabezado GPIO (mínimo 3 A \*)
- Power over Ethernet (PoE) habilitado (24equire PoE HAT separado)
- Temperatura de funcionamiento: 0 – 50 grados C ambiente

**Figura 4.***Raspberry Pi 4 Model B*

Nota: Adaptado por *Raspberry Pi 4 Model B*, Raspberry, (s.f), RaspberryPi (<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-4-model-b/>)

Todas estas características y ventajas colocan por encima a la Raspberry de cualquier otro microcontrolador, por lo cual cumple con todas las características para ser utilizado en la plataforma del proyecto. Los protocolos de comunicación son fundamentales en la toma de decisión, ya que su facilidad de comunicación, mediante la selección de GPIO para la asignación de pines y su conexión a redes inalámbricas permiten que esta placa se adapte a cualquier entorno.

### 2.2.3.3 Raspberry Pi OS

Raspberry Pi OS, es el sistema operativo recomendado para Raspberry Pi ya que este se encuentra optimizado para su hardware y se basa en una distribución de sistemas operativos GNU y Linux llamada Debian. Según el sitio oficial de Raspberry la forma

rápida y fácil de instalar Raspberry Pi OS y otros sistemas operativos en una tarjeta microSD, es mediante el Raspberry Pi Imager, pues se coloca dicha tarjeta de memoria en el lector y se ejecuta el programa.

#### **2.2.4.1 Sensor de temperatura infrarrojo sin contacto MLX90614**

El MLX90614 de Melexis es un termómetro infrarrojo diseñado para la detección de temperatura sin contacto. Un ADC interno de 17 bits y un potente DSP contribuyen a la alta precisión y resolución del MLX90614. Tiene una gran cantidad de aplicaciones, incluida la medición de la temperatura corporal y la detección de movimiento.

Este dispositivo viene en un paquete TO-39 estándar de la industria montado en un módulo. A continuación, se detallan sus características:

- Tamaño pequeño, bajo costo
- Fácil de integrar
- Calibrado en fábrica en un amplio rango de temperatura:
- -40 a + 85 ° C para la temperatura del sensor
- -70 a + 380 ° C para la temperatura del objeto
- Interfaz digital compatible con I2C
- 3-5 VDC (regulador integrado)
- Alta precisión de 0,5 ° C en un amplio rango de temperatura (0 a + 50 ° C tanto para Ta como para To)
- Resolución de medición de 0,02 ° C

**Figura 5.**

*Sensor de temperatura*



Nota: Adaptado por *Sensor de temperatura*, CrCibernetica, (s.f.), CrCibernetica (<https://www.crcibernetica.com/mlx90614-non-contact-infrared-temperature-sensor/>)

#### **2.2.4.2 Sensor infrarrojo para detección de proximidad**

Se trata de un sensor de infrarrojos muy económico, fácil de montar y de usar con una larga distancia de detección, y tiene menos interferencia por la luz visible. Las implementaciones de señal IR modulada hacen de este sensor inmune a las interferencias causadas por la luz normal de una bombilla o la luz del sol. Este sensor tiene un tornillo de ajuste para establecer la distancia adecuada para que sea útil en muchas aplicaciones, y luego da una salida digital cuando detecta algo dentro de ese rango. Este sensor no mide un valor de distancia. A continuación de enlistan sus especificaciones:

- Voltaje de entrada: + 5VDC
- Consumo de corriente: > 25Ma (min) ~ 100Ma (max)
- Dimensiones: 1.7 cm (diámetro) x 4.5 cm (largo)
- Longitud del cable: 45 cm
- Detección de objetos: transparentes u opacos

- Tipo reflectante difuso
- Rango de detección: 3 cm a 80 cm (depende de la superficie del obstáculo)
- Salida NPN (normalmente alta)
- Temperatura ambiente: -25 ° C ~ 55 ° C

Configuración de pines:

- Cable café: + 5V
- Cable azul: GND
- Cable negro: SALIDA DIGITAL

**Figura 6. Sensor de movimiento**



Nota: Adaptador por *Sensor de movimiento*, Microjpm, (s.f.) Microjpm  
 (<https://www.microjpm.com/products/ad53463/>)

### **2.2.4.3 SG90 TowerPro Servo Motor [180°]**

Pequeño y ligero, con alta potencia de salida. Puede girar aproximadamente 180 grados (90 en cada dirección), y funciona igual que los tipos estándar pero más pequeño, se utilizará para la distribución del alcohol en gel a la hora del ingreso.

**Figura 7.***Motor Stepper*

Nota: Adaptador por *Motor Stepper*, Microjpm, (s.f.) Microjpm  
 (<https://www.microjpm.com/products/mini-servo-towerpro-sg90-con-accesorios/>)

**2.2.4.4 Display LCD 16x2 I2C**

Este módulo de pantalla LCD 1602 es un módulo LCD de 2 líneas y 16 caracteres con una perilla de control de contraste manual, luz de fondo e interfaz de comunicación i2c. A continuación, se detallan sus características:

- Voltaje de suministro: 5V
- Interfaz: I2C
- Dirección I2C: 0x3F o 0x27
- Definición de pin: GND, VCC, SDA, SCL
- Ajuste de contraste: potenciómetro
- Texto blanco, luz de fondo azul
- Es fantástico para proyectos basados
- Tamaño de pantalla: 7cm x 2.3cm x .8cm
- Tamaño de la placa de montaje (incluida la pantalla LCD): 8 cm x 3,6 cm x 2 cm

**Figura 8.***LCD 16X2 I2C*

Nota: Adaptado por *LCD 16X2 I2C*, CrCibernetica, (s.f.), CrCibernetica (<https://www.crcibernetica.com/16x2-lcd-with-i2c-blue/>)

#### **2.2.4.5 Raspberry Pi Camera Board v1.3 - 5 Megapixels**

Dentro de las posibilidades que brinda este recurso se identifica que en la investigación Design of a Camera System for the Detection of Masks with Python and Raspberry Pi with Wireless Communication through GSM, se plantearon “en este estudio se presenta el diseño de un detector de mascarilla por medio de una cámara controlada por un Raspberry PI con Python que genera alertas en caso de detectar a personas que no usen correctamente la mascarilla durante la pandemia de COVID-19” (Hallon, J., Suriaga, J., & Miranda Ramos, M. M. , 2022).

La placa de la cámara Raspberry Pi se conecta directamente al conector CSI de la Raspberry Pi. Es capaz de ofrecer una imagen nítida con una resolución de 5 MP o una grabación de video HD de 1080p a 30 fps. La placa de cámara Raspberry Pi cuenta

con un sensor Omnivision 5647 de 5MP (2592x1944 píxeles) en un módulo de enfoque fijo.

El módulo se conecta a Raspberry Pi, por medio de un cable de cinta de 15 pines, a la interfaz serial de cámara (CSI) MIPI de 15 pines dedicada, que fue diseñada especialmente para conectarse a cámaras. El bus CSI es capaz de velocidades de datos extremadamente altas y transporta exclusivamente datos de píxeles al procesador BCM2835.

La placa en sí es pequeña, alrededor de 25 mm x 20 mm x 9 mm, y pesa un poco más de 3g. El sensor en sí tiene una resolución nativa de 5 megapíxeles y tiene una lente de enfoque fijo integrada. En términos de imágenes fijas, la cámara es capaz de imágenes estáticas de 2592 x 1944 píxeles, y también admite grabación de video 1080p @ 30fps, 720p @ 60fps y 640x480p 60/90.

### Figura 9.

*Cámara Raspberry Pi*



Nota: Adaptador por Cámara Raspberry Pi, Microjpm, (s.f.) Microjpm  
(<https://www.microjpm.com/products/ad35352/5352/>)

### 2.2.4.6 Raspberry Pi Camera 5MP Night Vision

La cámara Raspberry Pi IR-CUT es la cámara de día y de noche, esta placa de la cámara Raspberry Pi se conecta directamente al conector CSI de la Raspberry Pi. Es capaz de ofrecer una imagen nítida con una resolución de 5MP o una grabación de video HD de 1080p a 30 fps. La placa de cámara Raspberry Pi presenta un sensor Omnivision 5647 de 5MP (2592x1944 píxeles) en un módulo de enfoque ajustable.

El módulo se conecta a Raspberry Pi, mediante un cable plano de 15 pines, a la interfaz en serie de cámara (CSI) MIPI dedicada de 15 pines, que fue diseñada especialmente para interconectarse con cámaras. El bus CSI es capaz de velocidades de datos extremadamente altas y transporta exclusivamente datos de píxeles al procesador BCM2835. La placa en sí es pequeña, de alrededor de 25 mm x 20 mm x 9 mm, y pesa poco más de 3 g.

El sensor en sí tiene una resolución nativa de 5 megapíxeles y tiene una lente de enfoque ajustable. En términos de imágenes fijas, la cámara es capaz de imágenes estáticas de 2592 x 1944 píxeles y también admite grabación de video de 1080p @ 30fps, 720p @ 60fps y 640x480p 60/90.

**Figura 10.***Cámara Raspberry Pi 2*

Nota: Adaptador por *Cámara Raspberry Pi 2*, Microjpm, (s.f.) Microjpm (<https://www.microjpm.com/products/ad53484/>)

**2.2.5.1 ThingSpeak**

Es usual encontrar esta plataforma en distintos proyectos por las grandes ventajas que plantea, como ejemplo se puede encontrar en el trabajo final de graduación menciona “Como ya se ha explicado anteriormente, la plataforma IoT con la que se va a trabajado es ThingSpeak” (Olivar Ruiz, 2021)

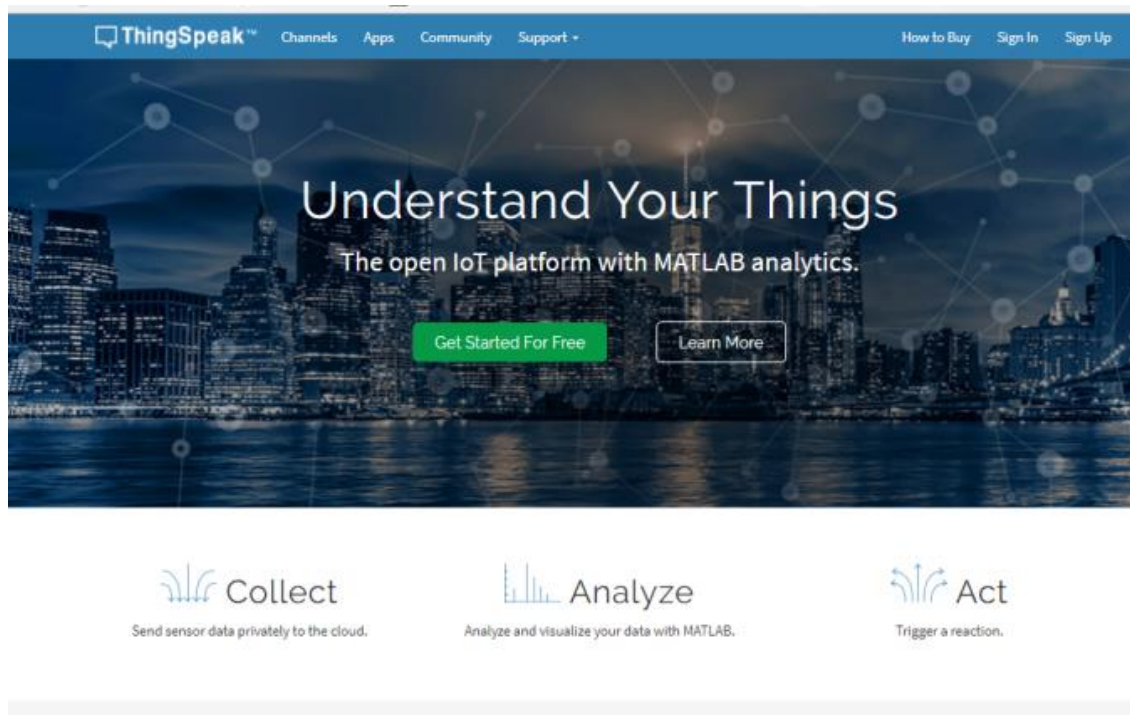
ThingSpeak es una plataforma abierta de aplicaciones de IoT que gestiona los datos captados de un determinado sistema; con la que es posible recopilar, almacenar, analizar, visualizar y tomar acciones sobre la información entregada por diferentes sensores y dispositivos en la nube (internet), usando el protocolo HTTP o vía LAN.

Esta herramienta permite desarrollar de una manera simple una aplicación visual donde se muestren los datos entregados por los dispositivos implementados para tal fin, así como también ofrece aplicaciones que permiten analizar y visualizar datos en

MATLAB y tomar acciones sobre los datos recopilados como se puede ver en la Figura 11 y Figura 12.

### Figura 11.

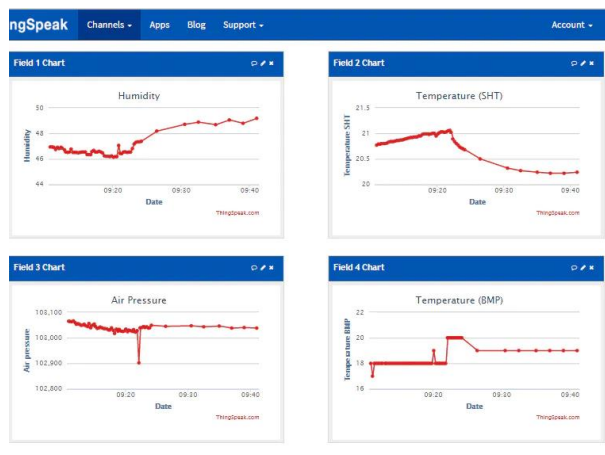
*Página Principal ThingSpeak*



Nota: Adaptador por *Página Principal ThingSpeak*, SoloElectronicos, (s.f), SoloElectronicos (<https://soloelectronicos.com/2017/11/23/apis-para-iot/>)

## Figura 12.

### Gráficos Thingspeak



Nota: Adaptado por Gráficos Thingspeak, Arduino, (s.f)

(<https://create.arduino.cc/projecthub/KKE/iot-school-an-iot-implementation-for-monitoring-air-quality-78d6d3>)

### 2.2.5.2 App Inventor

App inventor es una aplicación creada originalmente por Google y desarrollada por el MIT, la cual permite a personas con conocimientos mínimos de programación crear aplicaciones de software para el SO Android para dispositivos móviles.

Utiliza una interfaz gráfica en la cual el usuario puede interactuar con objetos visuales para crear una aplicación, sin la necesidad de escribir algún tipo de código. En la Figura 13 se puede ver el logo de la página de manera oficial.

**Figura 13.**

*App Inventor*



Nota: Adaptador por *App Inventor*, MIT, (s.f), Appinventor (<https://appinventor.mit.edu/>)

**2.2.5.3 Cayenne My Devices**

Cayenne es una aplicación móvil y una plataforma web que permite a los usuarios ingresar al mundo de los proyectos de IoT. Una vez configurado para el dispositivo Raspberry Pi, permite crear numerosos proyectos de IoT. Proporciona el entorno centralizado para controlar los dispositivos IoT. En la figura 14 podemos identificar el logo de manera oficial.

**Figura 14.**

*Logo Cayenne*



Nota: Adaptado por Logo Cayenne, Por Cayenne, (s.f.), (<https://developers.mydevices.com/cayenne/projects/>)

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

### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Según Hernández Sampieri et al., (2014): “La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema” (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P, 2014, pág. 4). Cada investigación se puede clasificar en varios aspectos según su aplicación, objeto de estudio o medición; que determinan el tipo de estudio que se lleva a cabo; los cuales se explican a continuación.

#### **3.1.1 Enfoque de la Investigación**

Según sea el enfoque de la investigación, Sampieri et al., (2014) los clasifica en dos tipos de investigación los cuales son:

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, pueden redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis. (Sampieri et al., 2014, pág.4)

Por otra parte, se afirma del enfoque cualitativo:

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 et al.,2014, pág. 7)

En este proyecto el enfoque de la investigación es de tipo cuantitativo; ya que a partir de la necesidad se establece una hipótesis y se crean las variables que más adelante serán probadas, medidas y los resultados de las mediciones serán analizadas utilizando métodos estadísticos con la finalidad de monitorear su funcionamiento y llegar a tomar la mejor decisión en base a los resultados obtenidos.

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

En cuanto a la finalidad, esta se refiere al método de investigación de y a la forma en que se recopila la información, las cuales, según Muñoz (2011) define una investigación teórica como:

“...trabajos cuyo método de investigación se concentra exclusivamente en la recopilación de datos de fuentes documentales, ya sea de libros, textos, sitios Web o cualquier otro tipo de documentos gráficos, icnográficos y electrónicos. Su único propósito es obtener antecedentes documentales para profundizar en teorías, leyes, conceptos y aportaciones ya existentes y asentados en documentos sobre el tema que es objeto de estudio, para luego complementar, refutar o derivar, en su caso, nuevos conocimientos” (Muñoz, 2011).

También es conocida como investigación pura o dogmática y básicamente su finalidad es formular nuevas teorías o modificar las ya existentes, pero sin contrastarlos con algún aspecto práctico.

Así también, (Muñoz, 2011) define la finalidad de campo o práctica como una investigación donde:

“...se utilizan los métodos de investigación específicos para la disciplina de estudios y también se diseñan ciertas técnicas e instrumentos para recabar información en el medio donde interactúa el fenómeno bajo estudio. Para la tabulación y el análisis de la información obtenida, se utilizan métodos y técnicas estadístico-matemáticos que ayudan a concentrar, interpretar y obtener conclusiones formales, científicamente comprobadas. (Muñoz, 2011, pág.14)

También es conocida como investigación empírica, básicamente lo que interesa al investigador utilizando este método son las consecuencias prácticas del desarrollo del proyecto.

Como tercer tipo de clasificación se encuentran las de finalidad combinada, de las cuales (Muñoz, 2011) explica:

“Son tesis en cuyo método de recopilación y análisis de datos se conjunta la investigación documental con la de campo, con la finalidad de profundizar en el estudio del tema propuesto para tratar de cubrir todos los posibles ángulos de una exploración. Al aplicar ambos métodos se pretende consolidar los datos y los resultados obtenidos” (Muñoz, 2011, pág.14)

Para el caso de la presente investigación se utilizará un enfoque combinado, debido a que se realizará una revisión de la teoría referente al desarrollo del proyecto, como es la medición de temperatura a nivel de salud, control de aforo por un tema de estadística, con herramientas y tecnologías existentes que van a ser implementadas en la investigación de campo.

### **3.1.3 Dimensión Temporal**

La dimensión temporal de una investigación hace referencia al periodo de tiempo en el que se recolecta la información para llevar a cabo la investigación. De esta manera Sampieri et al. (2014) clasifica la dimensión temporal de una investigación no experimental en dos tipos: transversales o longitudinales.

Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como “tomar una fotografía” de algo que sucede. (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P, 2014, pág. 154)

Este diseño es aplicado cuando la investigación se centra en analizar una o varias variables en un momento específico o la relación entre varias variables en un punto determinado en el tiempo.

Para diseños longitudinales o evolutivas, Hernández Sampieri et al. (2014) establece que: En ocasiones, el interés del investigador es analizar cambios al paso del tiempo en determinadas categorías, conceptos, sucesos, variables, contextos o comunidades, o bien, de las relaciones entre éstas. Aún más, a veces ambos tipos de cambios. Disponen de los diseños longitudinales, los cuales recolectan datos en diferentes momentos o periodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P, 2014, pág. 159)

Analizando los diseños expuestos anteriormente, se determina que la presente investigación concuerda con el diseño de tipo transversal, ya que el periodo de tiempo para la implementación de este se encuentra definido durante el segundo semestre del año 2022.

#### **3.1.4 Marco de la Investigación**

El marco de la investigación hace referencia a la extensión o impacto que tendrá el proyecto o tema en estudio, la cual entra dentro de la categoría nivel mega.

Mega: En el marco de la investigación hacen referencia a la población en general, la cual para su ingreso a establecimientos utilizara este dispositivo de control, medición y desinfección.

### 3.1.5 Naturaleza de la Investigación

Según sea la naturaleza de la investigación, (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P, 2014), se clasifica en dos enfoques: cualitativos o cuantitativos, cada uno con sus propias características.

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, pueden redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis. (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P, 2014, pág. 4). Por otra parte, se afirma del enfoque cualitativo:

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 (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P, 2014, pág. 7).

En este proyecto el enfoque de la investigación es de tipo cuantitativo; ya que, a partir de las diferentes mediciones, recolecciones de datos y experimentación con los diferentes sensores implementados, se analizará el comportamiento de un sistema, con la finalidad de monitorear su funcionamiento y tomar decisiones según sean de los datos obtenidos.

### **3.1.6 Carácter de la Investigación**

El alcance o carácter que se le dé a una investigación es importante, pues de este depende la estrategia de la investigación; así como el diseño, los procedimientos, y demás componentes del proceso serán distintos según el estudio sea exploratorio, descriptivo, experimental, explicativo o correlacional. (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P, 2014)

Los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan sólo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P, 2014, pág. 90).

Esta forma de investigación permite identificar características básicas de una determinada situación para abrir futuras líneas de investigación de manera adecuada. De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014):

“Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas”. (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P, 2014, pág. 92)

De esta manera, un estudio descriptivo consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o individuo con objetivo de conocer su estructura y características. (Arias, 2012)

Asimismo, Hernández Sampieri et al. (2014) afirma que:

“Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables” (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P, 2014, pág. 95).

Es decir, este tipo de estudio busca establecer el porqué de los hechos mediante relaciones causa-efecto.

Para definir los estudios experimentales (Muñoz, 2011) escribe lo siguiente:

“El objetivo de estas tesis es reproducir un fenómeno dentro de un ambiente específico de pruebas e ir modificando diferentes elementos para observar que sucede con el fenómeno. Desde luego, todo esto se realiza mediante un método formal de investigación con manipulación de variables experimentales en condiciones rigurosamente controladas para simular las posibles condiciones a las que se enfrentará el objeto de estudio” (Muñoz, 2011, pág. 23).

Por su parte, los estudios correlaciones son los que asocian variables mediante un patrón predecible para el grupo o población que se estudia. Como menciona (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P, 2014):

“Los estudios correlacionales tienen como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables. Pretenden responder a preguntas de investigación como las siguientes: ¿aumenta la autoestima de los pacientes conforme reciben una psicoterapia gestáltica? ¿A mayor variedad y autonomía en el trabajo corresponde mayor motivación intrínseca respecto de las tareas laborales? Todas en un contexto específico” (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P, 2014, pág. 93).

Analizando los tipos de estudios anteriormente expuestos, se puede definir que esta investigación tiene un carácter de tipo descriptivo, ya que se analizará la población

y los reglamentos por parte del país para la implementación de restricciones y lineamiento bajo los que deberá regirse los lugares con un aforo controlado y así tener las variables correspondientes.

De igual manera, la investigación cuenta con un enfoque experimental en el cual se desarrollará un prototipo de un dispositivo electrónico destinado al control de temperatura de las personas, el control de aforo del establecimiento, además que brinde datos a los empresarios relevantes para la toma de decisiones. El cual se pondrá a prueba en escenarios para buscar que sea lo más óptimo posible.

## **3.2 FUENTES DE INFORMACIÓN**

Las fuentes de información son aquellas de donde se obtiene y recopila la información encargada de fundamentar la investigación. Se relacionan los diferentes elementos que permitan validar los resultados del proyecto, mediante la consulta y comparación de información de fuentes fiables y de calidad.

### **3.2.1 Fuentes Primarias**

Como lo indica Sampieri et al. (2014) “Las referencias o fuentes primarias proporcionan datos de primera mano, pues se trata de documentos que incluyen los resultados de los estudios correspondientes” (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P, 2014, pág. 61). Ejemplos de estas fuentes primarias son documentos como estudios, encuestas, tesis, conferencias, entrevistas, entre otros.

Para la obtención de información de fuentes primarias para el desarrollo de este proyecto, se utilizarán diferentes herramientas de recopilación de información, tales como el método de observación y entrevistas dirigidas a la población en general y personas con criterio técnico. Así como también se implementarán distintas referencias bibliográficas que den sustento teórico a la investigación.

### **3.2.2 Fuentes Secundarias**

Las fuentes secundarias de información son aquellas que contienen material que ya haya sido publicado previamente en fuentes primarias, de tal manera que esta es básicamente un análisis o comentario basado en una fuente primaria. Se define según Gomez como: “Son compilaciones, resúmenes y listados de referencias publicadas en un área de conocimiento en particular (son listados de fuentes primarias), donde se mencionan y comentan brevemente artículos, libros, tesis, disertaciones y otros documentos relevantes” (Gomez, 2012, pág. 51).

Tales fuentes secundarias son válidas únicamente si son obtenidas de fuentes fidedignas como libros de texto, monografías, artículos, enciclopedias, entre otros.

De igual manera que las fuentes primarias, las secundarias son consultadas en este proyecto para poder dar validez y fundamento a la información, haciendo uso de documentos como libros de texto, documentos de internet, artículos de revistas, entre otros más.

### **3.2.3 Sujetos de Información**

Los sujetos de información hacen referencia a las personas relacionadas con el problema de investigación, las cuales son contactadas como fuente de información para el desarrollo del proyecto, así de esta forma, se puede obtener información valiosa para el proyecto. Estas personas pueden ser empleados de la empresa, gerentes, expertos en el área de desarrollo del proyecto, entre otros.

Para la realización de esta investigación los sujetos de información corresponden al propietario de empresa SISEA donde se comercializará dicho prototipo, así como los dueños de establecimientos; potenciales clientes o usuarios finales de dicho equipo.

## **3.3 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS**

La recolección de datos es el acopio de la información en ambientes naturales y cotidianos de los participantes o unidades de análisis; en un estudio de enfoque cualitativo el instrumento recolector de información es el propio investigador, el cual no solamente analiza la información, sino que también mediante el empleo de diversos métodos es el responsable de recolectar los datos para la investigación. Tales métodos de indagación cualitativa no son estandarizados. Se pueden implementar diferentes herramientas como observación, entrevistas, encuentros o encuestas (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P, 2014)

Conforme (Arias, 2012) “La aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser guardada en un medio material de manera que los datos

puedan ser recuperados, procesados, analizados e interpretados posteriormente. A dicho soporte se le denomina instrumento” (Arias, 2012, pág. 68).

Para la obtención de información valiosa durante el desarrollo de esta investigación se utilizarán distintas herramientas para la recolección de esta, tales como la aplicación de entrevistas, así como también se empleará el método de la observación del proceso a investigar. Tales métodos se describen a continuación.

### **3.3.1 Observación**

Conforme Arias (2012) menciona que “La observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos” (Arias, 2012, pág. 69).

Por otra parte, Sampieri (2014) establece que la observación “No consiste solamente en limitarse a ver un evento, sino que implica involucrarse en la situación de estudio y mantener un papel activo dentro de esta, así como una reflexión permanente, prestando atención a los detalles, sucesos y eventos” (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P, 2014).

La técnica de observación que se desarrollará en esta investigación será de participación, mediante la cual se obtendrá información del proceso de conteo de personas, medidas dirigidas por el Ministerio de Salud, comportamiento de la población, avance del virus COVID 19, entre otros.

### **3.3.2 Entrevista**

En cuanto a la entrevista (Gutierrez, 1993) establece que:

“Una de las técnicas preferidas de los partidarios de la investigación cualitativa, pero también es un procedimiento muy usado por los psiquiatras, psicólogos, periodistas, médicos y otros profesionales, que a la postre es una de las modalidades de la interrogación, o sea el acto de hacer preguntas a alguien con el propósito de obtener un tipo de información específica. A este capítulo de la interrogación pertenecen también además de la entrevista, el cuestionario, que a diferencia de la primera es escrita” (Gutierrez, 1993, pág. 258).

Por medio de esta técnica se podrá obtener toda aquella información que no se logró recopilar por medio de la observación, ya que la entrevista permite penetrar en el mundo interior del ser humano y posibilita conocer sus ideas, creencias y conocimientos. De esta manera, se deduce que la técnica de la entrevista no es más que una conversación entre dos personas donde una es el entrevistador y otra el entrevistado.

### **3.3.3 Encuesta**

Según (Maytorena, 2011) la encuesta: “es un proceso interrogativo que finca su valor científico en las reglas de su procedimiento, se le utiliza para conocer lo que opina la gente sobre una situación o problema que lo involucra, y puesto que la única manera de saberlo, es preguntándosele, luego entonces se procede a encuestar a quienes involucra, pero cuando se trata de una población muy numerosa, sólo se le aplica ésta a un subconjunto, y aquí lo importante está en saber elegir a las personas que serán encuestada para que toda la población esté representada en la muestra; otro punto a

considerar y tratar cuidadosamente, son las preguntas que se harán” (Maytorena, 2011, pág. 73).

Para esta investigación se aplicará una encuesta de tipo semiestructurada, en donde se enumerará una serie de preguntas a las personas involucradas en el tema y que aporten datos de gran relevancia para la investigación, tanto para identificar la situación actual del proceso, así como los puntos relevantes que se desean controlar, desarrollar o modificar en el proceso de recolección de datos y salud.

La encuesta de tipo semiestructurada se basa en una guía o lista de preguntas donde el entrevistador posee la libertad de formular preguntas adicionales conforme se desarrolle la entrevista, para de esta forma precisar conceptos y obtener información adicional. (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P, 2014)

### 3.4 VARIABLES Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.4.1 Definición de variables.

Cuando se hace referencia a una variable se habla de una propiedad que tiende a sufrir cambios que pueden medirse u observarse. “Una variable es una característica o cualidad, magnitud o cantidad, que puede sufrir cambios, y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control de una investigación” (Arias, 2012, pág. 57).

Por su parte (Niño, 2011) determina que “entendemos por variable cada una de las características o propiedades del objeto estudiado en una investigación, las cuales pueden tomar diferentes valores. El sentido de valor es amplio, cubre no sólo lo cuantitativo, sino también lo cualitativo. Así “el color de los ojos” es una variable, pues es

posible que sean negros, verdes, grises, castaños, etcétera. Se trata de una variable de tipo cualitativo. El peso o medida de algo, en cambio, será una variable de carácter cuantitativo, pues admite una escala numérica” (Niño, 2011, pág. 59).

De acuerdo con lo anteriormente expuesto sobre las variables de una investigación, una forma simple de visualizar estas en el desarrollo del presente proyecto es mediante una tabla Tabla 2, donde se identifica cada una de estas variables según sea el objetivo planteado.

**Tabla 2.**

*Variables de la investigación*

<b>Objetivo Especifico</b>	<b>Variable</b>	<b>Definición</b>
Identificar las necesidades y requerimientos específicos del sistema de toma de temperatura, control de acceso, conteo de personas de forma ágil y eficiente.	Necesidades y requerimientos del sistema	Elementos por tomar en cuenta para el prototipo
Estudiar las tecnologías y sensores disponibles para elegir las que mejor se adapten en los requerimientos establecidos en el dispositivo.	La tecnología para el desarrollo del proyecto	La elección de los dispositivos y tecnologías ideales para el desarrollo del proyecto
Diseñar un prototipo que cumpla con las necesidades del proyecto a nivel electrónico y funcional, con la posibilidad de adaptarse a los parámetros del cliente.	Diseño del prototipo	Creación del diseño del dispositivo propuesto para el proyecto

Objetivo Especifico	Variable	Definición
Construir el dispositivo diseñado para dar solución a la problemática principal y demostrar su funcionamiento.	Construcción del prototipo	Elaboración física del dispositivo a implementar
Probar la funcionalidad del prototipo en condiciones reales para poder establecer eficacia y veracidad del equipo.	Resultados	Estudio de la implementación del dispositivo en las pruebas de campo efectuadas
Realizar un análisis de costo-beneficio del proyecto para su comercialización.	Viabilidad del proyecto	Evaluación de la rentabilidad de la implementación del proyecto

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

### 3.5 IMPLEMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Según (Trochim, 2005), el diseño de la investigación “es el pegamento que mantiene el proyecto de investigación cohesionado. Un diseño es utilizado para estructurar la investigación, para mostrar cómo todas las partes principales del proyecto de investigación funcionan en conjunto con el objetivo de responder a las preguntas centrales de la investigación” (Trochim, 2005, pág. 13).

Según (Niño, 2011) “el diseño se puede interpretar de una de las dos maneras: en un sentido amplio, y en un sentido específico. En el sentido amplio, diseño equivale a la concepción de un plan que cubra todo el proceso de investigación, en sus diversas etapas y actividades comprendidas, desde que se delimita el tema y se formula el problema hasta

cuando se determinan las técnicas, instrumentos y criterios de análisis” (Niño, 2011, pág. 53).

En otras palabras, el diseño de la investigación es donde se cubren todas las etapas necesarias para el desarrollo del proyecto donde se asignan las herramientas o técnicas con las cuales se ejecutarán dichos planteamientos. o anterior se refleja en la Tabla 3.

Tabla 3.

*Diseño de la investigación*

<b>Pregunta de la investigación</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Variables</b>	<b>Método de investigación</b>	<b>Técnicas y herramientas</b>
¿Cuál será la mejor forma de diseñar e implementar un prototipo automatizado para la medición de temperatura y el conteo de personas integrado, con su plataforma de control, además con visualización de datos	Implementar un prototipo de un sistema integrado y automatizado para la medición de temperatura corporal y conteo de personas, de acuerdo con las normas establecidas por el ministerio de salud; con su	Identificar las necesidades y requerimientos específicos del sistema de toma de temperatura, control de acceso, conteo de personas de forma ágil y eficiente.	Necesidades y requerimientos del sistema	Método descriptivo	Observación Entrevista
		Estudiar las tecnologías y sensores disponibles para elegir las que mejor se adapten en los requerimientos establecidos en el dispositivo.	La tecnología para el desarrollo del proyecto	Método descriptivo	Observación Entrevista

<b>Pregunta de la investigación</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Variables</b>	<b>Método de investigación</b>	<b>Técnicas y herramientas</b>
mediante la web, que evite los riesgos de contagio desde la línea de salud y nos controle la cantidad de aforo de los establecimientos para evitar sanciones, adaptables las necesidades de cada empresa y que se pueda comercializar por parte de la empresa Sisea Seguridad?	aplicativo de control y manejo de datos, así Sisea lo incluya dentro de su línea comercial durante el I semestre 2021.	Diseñar un prototipo que cumpla con las necesidades del proyecto a nivel electrónico y funcional, con la posibilidad de adaptarse a los parámetros del cliente.	Diseño del prototipo	Método experimental	Diseño experimental
		Construir el dispositivo diseñado para dar solución a la problemática principal y demostrar su funcionamiento.	Construcción del prototipo	Método experimental	Diseño experimental
		Probar la funcionalidad del prototipo en condiciones reales para poder establecer eficacia y veracidad del equipo.	Resultados	Método experimental	Diseño experimental

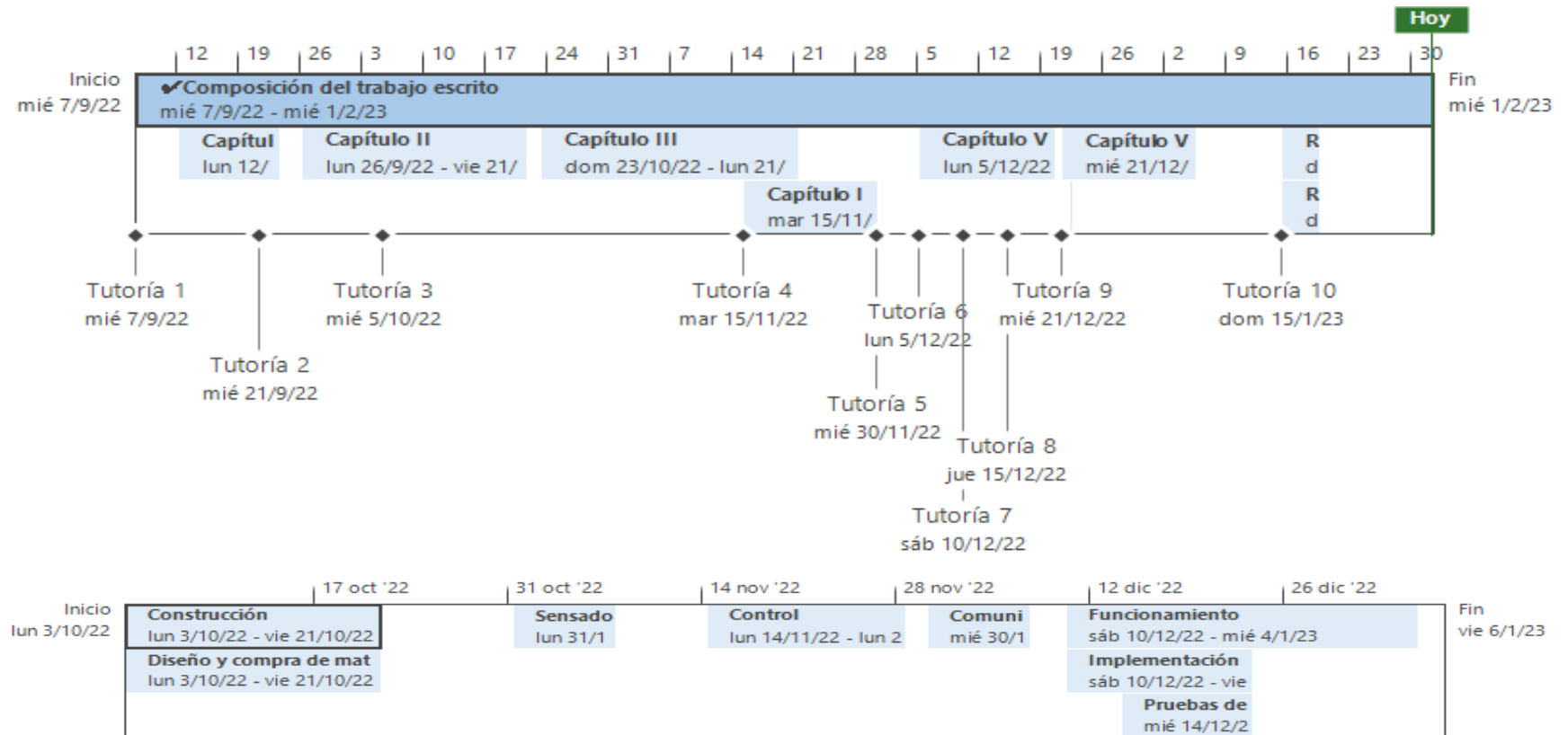
Pregunta de la investigación	Objetivo General	Objetivos Específicos	Variables	Método de investigación	Técnicas y herramientas
		Realizar un análisis de costo-beneficio del proyecto para su comercialización.	Viabilidad del proyecto	Método experimental	Diseño experimental

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

A continuación, la Figura 15 “Escala de tiempo” plantea a detalle la línea del tiempo en el que se establecen las principales etapas y evolución del proyecto, así como las secciones más significativas y su ubicación en el tiempo.

Figura 15.

Escala de tiempo



Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)

En la figura anterior se puede visualizar en donde se establecen las etapas principales que fueron desarrolladas durante los lapsos de tiempo definidos. Dicha elaboración es necesaria a la hora de ejecutar de manera correcta cada etapa, pues se divide en el rango de tiempos para el trabajo escrito y en el otro diagrama de Gantt para la implementación del proyecto.

## **CAPÍTULO IV**

### **DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

## 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Desde la perspectiva de salud se detalla la situación actual a nivel de riesgo de contagio en el país, tomando como referencia documentos oficiales del Ministerio de Salud en Costa Rica, fuente oficial en esta materia. Además, referenciar estadísticas para la toma de decisiones, en temas de restricciones y políticas comerciales que influyen directamente en el uso de este proyecto. Aun así, el principal atractivo de este es su entrega de datos mediante plataforma electrónica, permitiendo el control estadístico del lugar donde se utilice.

Actualmente, no hay protocolos efectivos de aforos ya sea por seguridad o desde una perspectiva de riesgo ocupacional y esta herramienta permite tener una prevención de incidentes al controlar la cantidad de personas dentro de un lugar determinado, y en caso de que se presente alguna situación tener la información en tiempo real para el análisis. Esta herramienta enfatiza en la prevención producto de la experiencia adquirida, donde muchas de las restricciones son parte de una nueva manera de vivir, y por una seguridad integral. En la Figura 16 se encuentra el logo oficial del Ministerio de Salud en Costa Rica

### Figura 16.

*Logo del Ministerio de Salud Costa Rica*



Nota: Adaptado de *Logo del Ministerio de Salud Costa Rica*. Por Ministerio de Salud, (s.f.), (<https://www.ministeriodesalud.go.cr/>)

Como una nueva forma de vida en el país, es común visualizar dispensadores de alcohol en las entradas de los comercios o que se mida la temperatura mediante termómetros convencionales Figura 17, por lo que se requiere una persona únicamente para este efecto lo cual deja de ser rentable para los comercios.

### **Figura 17.**

*Termómetro digital por infrarrojo*



*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

En lugares de aforo limitado es común encontrar personal realizando conteo de personas de forma manual Figura 18, lo cual deja abierta la posibilidad del error humano, y según la legislación actual dicho efecto podría traer consecuencias trascendentales en la actividad económica del establecimiento.

**Figura 18.**

*Equipo de conteo manual*



. Nota: *Elaboración propia* (Solano, 2023)

Según “Medidas administrativas temporales para la atención de actividades de concentración masiva debido a la alerta sanitaria” en algún momento se vieron suspendidas las siguientes actividades:

**A. Todas las actividades de concentración masiva que cuentan o requieren de una autorización sanitaria para su ejecución, a decir:**

1. Conciertos.
2. Espectáculos públicos.
3. Campos feriales.
4. Actividades taurinas.
5. Topes.
6. Actividades deportivas con público.
7. Festejos populares.
8. Turnos comunitarios.
9. Actividades de entretenimiento en centros comerciales.
10. Festival Internacional de Cine.
11. Festival Nacional de las Artes.

**B. Todos los sitios de reunión pública, que cuenten con su respectivo permiso sanitario de funcionamiento, a decir:**

1. Parque Diversiones.
2. Discotecas.
3. Clubes nocturnos (“Night Club”).
4. Actividades y procesiones religiosas.
5. Bingos.

Dentro de este documento también se hace hincapié en la responsabilidad que adquiere cada comercio para poder tener un funcionamiento con lineamientos, lo indica de esta manera: “Todos los establecimientos con permiso sanitario de funcionamiento deberán garantizar la aplicación estricta de los lineamientos del Ministerio de Salud para evitar la propagación del COVID-19”. Esto resalta la importancia de temas como el aforo controlado, la sanitización del lugar, y que se cumplan con medidas de distanciamiento y temperatura correcta, donde este proyecto brinda solución integral al mismo. Para profundizar, refiérase al anexo 8.

Algunos datos para referenciar al 1 de diciembre de 2022, desde la perspectiva estadística de los efectos de la pandemia en Costa Rica son que ya se acumulan alrededor de 9038 fallecimientos relacionados a la enfermedad, donde se alcanza un acumulado de 1.15M casos. Por lo que se requiere seguir combatiendo dicho tema con todos los protocolos posibles. Esto se evidencia en la Figura19.

**Figura 19.***Histograma Ministerio de Salud*

Nota: Adaptado de *Histograma Ministerio de Salud*. Por Ministerio de Salud, (s.f.), (<https://www.ministeriodesalud.go.cr/>)

## 4.2 RECOLECCIÓN Y VALIDACIÓN DE DATOS

### 4.2.1 Recolección de datos.

La técnica utilizada para la recolección de datos relacionada con el diseño del prototipo para control de aforo será por medio de la entrevista. La población a la cual se le realizará la entrevista se seleccionó estratégicamente a una persona del área de salud, otra de salud ocupacional y un administrador de empresas. Adicionalmente se generó un cuestionario abierto para conocer la apreciación del público en general.

#### 4.2.2 Instrumento para recolección de datos.

Como instrumento se utiliza la encuesta a través de una entrevista presencial y está conformado por 5 preguntas, las cuales son de clase semiestructurada y en la encuesta que se plasma mediante un cuestionario digital se conforma por 12 preguntas, donde 10 de ellas serán cerradas y dos abiertas. En el anexo número 10 (Cuestionario N°1.pdf) se localiza la encuesta realizada en este documento.

La entrevista inicia de la siguiente manera: “¿Desde el punto de vista de su área profesional, considera importante el control de aforos en espacios específicos para la prevención de enfermedades?”

La respuesta de los 3 profesionales expresó su aprobación al control de aforos como herramienta de prevención. Se menciona que la enfermera Alondra Ruiz indicó lo siguiente: “Desde la perspectiva de salud la prevención siempre es un enfoque positivo y que facilita los procesos y la expectativa de vida de las personas, por lo que el control de aforos es una herramienta necesaria para espacios limitados, y ha sido reflejado en el manejo del COVID-19 donde disminuyendo la cantidad de personas y utilizando las famosas burbujas, junto a las vacunas se logró apaciguar el contagio.”

En la segunda pregunta de la entrevista se consulta a los profesionales: ¿Conoce de alguna herramienta tecnológica que permita conocer la temperatura de las personas, y controlar el aforo sin necesidad de contacto directo, y sin alteraciones de error humano en las muestras?

En respuesta a esta consulta se demostró un desconocimiento de herramientas tecnológicas que permitan desarrollar ambas funciones al mismo tiempo. Sin embargo,

si lograron identificar equipos independientes entre sí. El empresario Iván Vargas comenta: “No conozco un equipo que lo haga todo, solo los termómetros normales que tienen alcohol en gel abajo”. Por otra parte, Isamara Cortez, profesional de Salud Ocupacional mencionó lo siguiente:” Realmente, los termómetros de pistola, sin embargo, estos dependen únicamente de una persona, si bien es cierto la temperatura no siempre es un factor determinante, es importante a nivel de datos y estadística conocer esta variable”.

Isamara Cortez, indica en la tercer pregunta un aporte valioso desde la parte laboral, ya que según la consulta “¿En qué manera preveía enfermedades en el pasado y de qué manera lo hace ahora?”, comenta que “Antes un colaborador enfermo seguía yendo a trabajar sin problema, tenía que estar casi muriendo para incapacitar, ahora ante cualquier síntoma de gripe se envía a la persona a un centro médico, y después del COVID se es menos tolerable ante cualquier situación de riesgo de contagio, siempre se busca prevenir.”

Ya casi finalizando la entrevista se consulta a los profesionales “¿Considera que es una buena idea visitar locales comerciales o espacios comunes que cuenten con herramientas de control automatizadas y un respaldo de información para manejar el flujo de personas?”. El Sr. Vargas indica “A nivel comercial sería interesante contar con datos que permitan saber cuántas personas visitaron el local y así poder tomar algunas decisiones.” Ruiz brindó el aporte de esta manera, “Si es una herramienta que podría ayudar tanto al comercio como al público, ya que denota una preocupación por parte del empresario en su cliente, por lo que el cliente se preocupará por cumplir con los protocolos, y se sentirá más seguro, y al empresario le permitirá conocer la estadística

sobre cuantas personas visitan su comercio, manejar datos que antes no tenía. Además, que, por salud, facilitaría espacios seguros para clientes, empleados y estructuras.” Por lo que es visto de manera positiva la implementación de dicha herramienta.

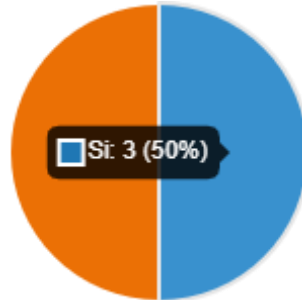
Para finalizar la entrevista y desde un enfoque más laboral, surgió la interrogante sobre el teletrabajo, donde se plantea “¿Cree usted que el teletrabajo incrementa o disminuye el rendimiento laboral?”, y quedo demostrado que el teletrabajo nació como una herramienta para evitar contagio. Sin embargo no es la más gustada por los empleadores ya que es difícil medir rendimientos y deja abierta las posibilidades a los trabajadores para que dispongan del tiempo en otras funciones que no son laborales, se deben buscar estrategias de control en las oficinas para poder tener al personal en sitio, Vargas responde lo siguiente: “Para nosotros no es factible el teletrabajo, ya que todas nuestras posiciones son en sitio, por lo tanto se utilizó otras estrategias”, por su parte Cortez nos da un enfoque interesante ya que indica: “El teletrabajo se ve como un beneficio aunque realmente es una condición, pero depende mucho del empleador para medir el rendimiento laboral.” Y se finaliza con la impresión de nuestra profesional en salud, dice “El teletrabajo vino en aumento como estrategia de prevención, sin embargo, quedo demostrado que no es la mejor herramienta ya que muchas empresas han ido regresando paulatinamente a la presencialidad, sin embargo, es una opción útil pero no factible para todos.”

Respecto al cuestionario digital, este analiza las respuestas del público general de una manera visual más sencilla, ya que para la primera pregunta que corresponde a “¿Conoce usted algún método de conteo de personas en espacios específicos?”, se

recibe que el 50% de la población no conoce elementos de conteo y el 50% si ha visto alguno. Los datos descritos se ven reflejados en la Figura 20.

**Figura 20:**

*Resultado de la encuesta para la pregunta 1*

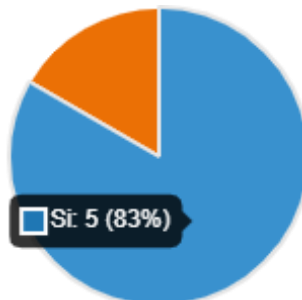


*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

Para la segunda pregunta “¿Considera importante tener estadísticas respecto a la cantidad de afluencia en su negocio?” se nota un comportamiento bastante importante, ya que el 83% de la población valida la importancia de los datos, y respalda el sentido de este proyecto. Los datos descritos se ven reflejados en la Figura 21.

**Figura 21:**

*Resultado de la encuesta para la pregunta 2*

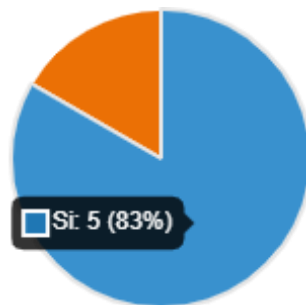


*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

“¿Siendo conocedor de lo sencillo que se puede transmitir enfermedades por gotas de saliva o contacto directo considera necesario se manejen aforos limitados en comercios?” fue la tercera consulta, en la cual se dio un comportamiento similar a la pregunta anterior, ya que la población aprueba en un 83% la necesidad de limitar aforos en comercios como estrategia de prevención. Los datos descritos se ven reflejados en la Figura 22.

**Figura 22:**

*Resultado de la encuesta para la pregunta 3*

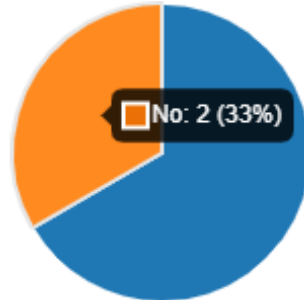


*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

Para evaluar la rentabilidad de una solución como esta, se incluye la cuarta pregunta del cuestionario, donde se plantea la siguiente interrogante: “¿Cree usted que una opción automatizada de control de acceso con manejo de aforos puede mejorar la rentabilidad de un negocio?”, la cual tuvo un mayor debate considerando que el 33% indica que no va mejorar la rentabilidad, pero un 67% si cree que puede mejorar, esto ya que al ser un lugar seguro se considera con mayor frecuencia de visitas al sitio, comparado con otros lugares que no tienen ninguna preocupación por el tema. Los datos descritos se ven reflejados en la Figura 23.

**Figura 23:**

*Resultado de la encuesta para la pregunta 4*

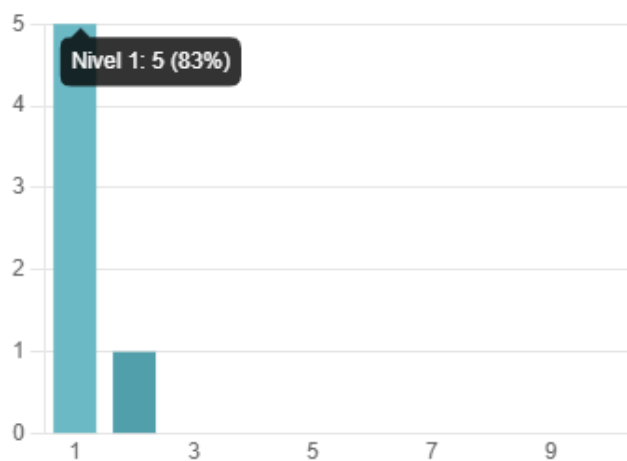


*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

“Previo a la pandemia por COVID-19, cuánta importancia le generaba a usted el control de temperatura y manejo de aforos limitados en espacios comunes. Siendo 1 Nada importante y 10 Muy importante”. Los datos descritos se ven reflejados en la Figura 24.

**Figura 24:**

*Resultado de la encuesta para la pregunta 5*



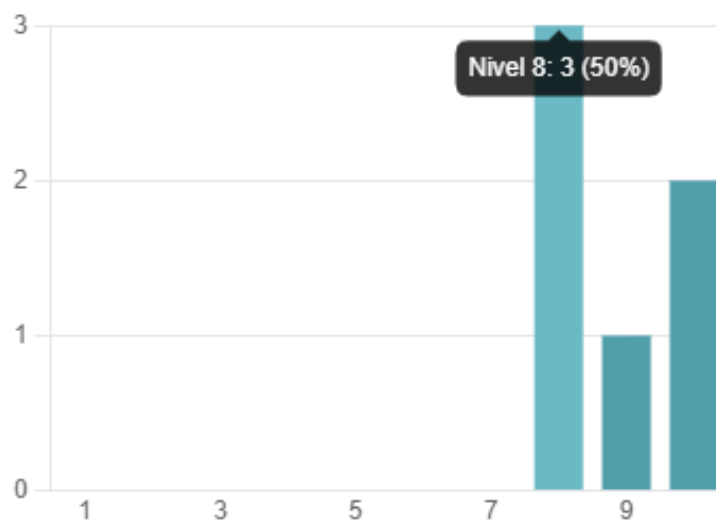
*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

Posterior análisis de la figura 24, se devuelve que la clasificación promedio corresponde al 1.17 en cuanto nos generaba una preocupación previa a la pandemia temas de prevención o de salud, limitantes de aforos y todo lo relacionado al tema.

Sin dudar se espera que este comportamiento varíe después de una pandemia como la suscitada, por lo que se consultó “Posterior a la pandemia por COVID-19, cuánta importancia le genera a usted el control de temperatura y manejo de aforos limitados en espacios comunes. Siendo 1 Nada importante y 10 Muy importante” y entrego que en la importancia o preocupación en estos temas hoy es de clasificación promedio 8.83. Los datos descritos se ven reflejados en la Figura 25.

### Figura 25:

*Resultado de la encuesta para la pregunta 6*



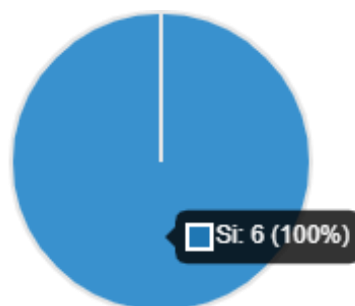
*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

La séptima pregunta lleva a la búsqueda del público meta, “Al ser un prototipo para un producto a la venta, cuál considera comercios o clientes potenciales a este modelo de control de aforo con datos estadísticos y de salud” y como conclusión a las respuestas recibidas se podría pensar en adaptar este producto a cualquier comercio que cumpla con un espacio físico y afluencia de público. Las principales respuestas indican lo siguiente: “centros comerciales, farmacias, iglesias, Estadios, universidades, conciertos, restaurantes”.

¿Considera necesario algún tipo de protocolo de control de aforos en los negocios? Es la octava pregunta del cuestionario, siendo que el 83% considera esto necesario, respalda la expectativa general respecto a prevención que se busca. Y da pie a la 9° pregunta que indica ¿Usted cree que después de la pandemia el manejo de los datos de las personas sea importante mantenerlas en registros?, siendo el resultado con un 100% a favor de manejar datos, ya que, para casos de estudio o análisis, son los que permiten la próxima toma de decisiones, ya sea a los empresarios o los factores de salud. Los datos descritos se ven reflejados en la Figura 26.

### Figura 26:

*Resultado de la encuesta para la pregunta 9*



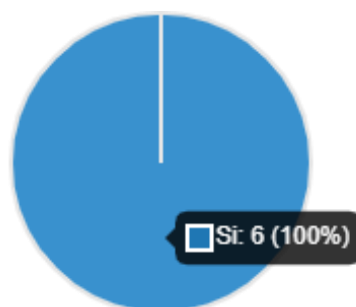
*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

En la encuesta se pregunta, “¿Se siente más seguro cuando visita lugares con protocolos como emergencias, salud, aforos?” y únicamente el 17% indico que no le genera seguridad contar con estos protocolos, lo que le da fortaleza y carácter de necesidad contar con estos lineamientos para que la gran mayoría de la población cuente con una sensación de mayor confianza.

La última pregunta de la encuesta da un enfoque muy importante, indica que “Desde la perspectiva de negocio, si usted tiene conocimiento de las horas y días que los clientes visitan más su negocio, ¿Tomaría alguna medida al respecto, como aumentar personal, incrementar los stocks entre otras, para cumplir con la demanda en estos periodos de tiempo específicos?” Y el 100% dio respuesta positiva. Los datos descritos se ven reflejados en la Figura 27.

**Figura 27:**

*Resultado de la encuesta para la pregunta 11*



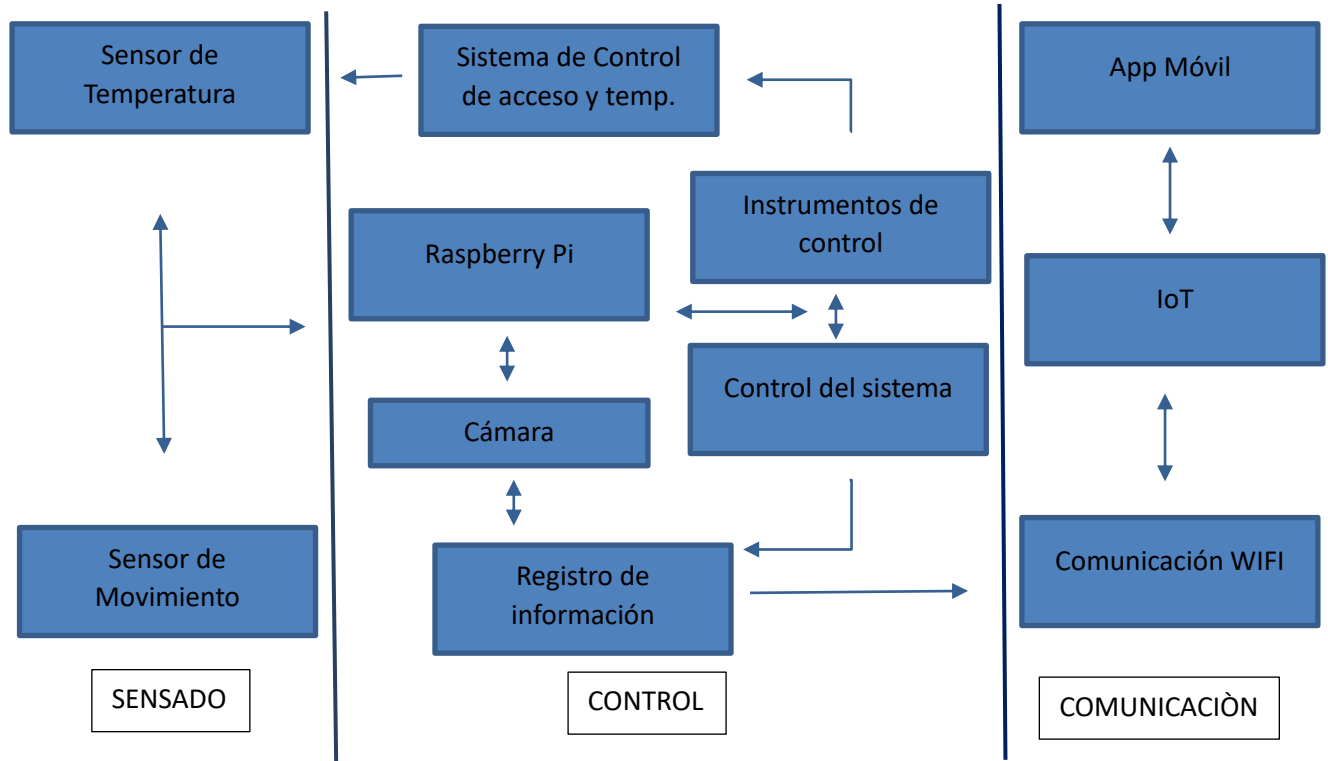
*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

### 4.3 PROYECCION DEL PROYECTO

En la Figura 28 se muestra un diagrama de bloques que se puede apreciar las diferentes etapas para el desarrollo del prototipo para este proyecto.

**Figura 28.**

*Diagrama de bloques del prototipo*



*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

Mediante este diagrama de bloques se identifica las fases o etapas por las cual pasa este proyecto, donde el "SENSADO", el "CONTROL" y la "COMUNICACIÓN" son las bases de este.

En la etapa de sensado se miden las variables del proyecto que serán analizadas posteriormente, gracias al sensor de temperatura se logra conocer la temperatura corporal de la persona que pasa por el proceso, a su vez el sensor de movimiento captara el ingreso y salida de personas, y gracias a eso se puede conocer la cantidad que se encuentra dentro del establecimiento y actuar con base a los parámetros definidos previamente.

En la fase de control, es donde la placa realizara la mayor parte del trabajo, gracias a las facilidades que ofrece Raspberry Pi. Mediante un código en Python se recopilan los datos tomados por los sensores y se realizan las acciones necesarias según los parámetros definidos por cada usuario donde ahí muestra su aforo permitido, y visualizar las salidas al display, con base a los registros de información, se continua con la etapa de comunicación donde mediante protocolos de internet se logrará graficar estadísticas y documentar datos en páginas web, sin dejar de lado las aplicaciones móviles.

Con lo mencionado anteriormente se desarrolla el dispositivo electrónico que cumpla con las necesidades definidas en la fase previa a este proyecto, que contenga una medición de temperatura y control de aforo, que permita recopilar estos datos y enviarlos electrónicamente a una plataforma web y que a su vez incluya una aplicación para dispositivos móviles.

## **CAPÍTULO V**

### **DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO**

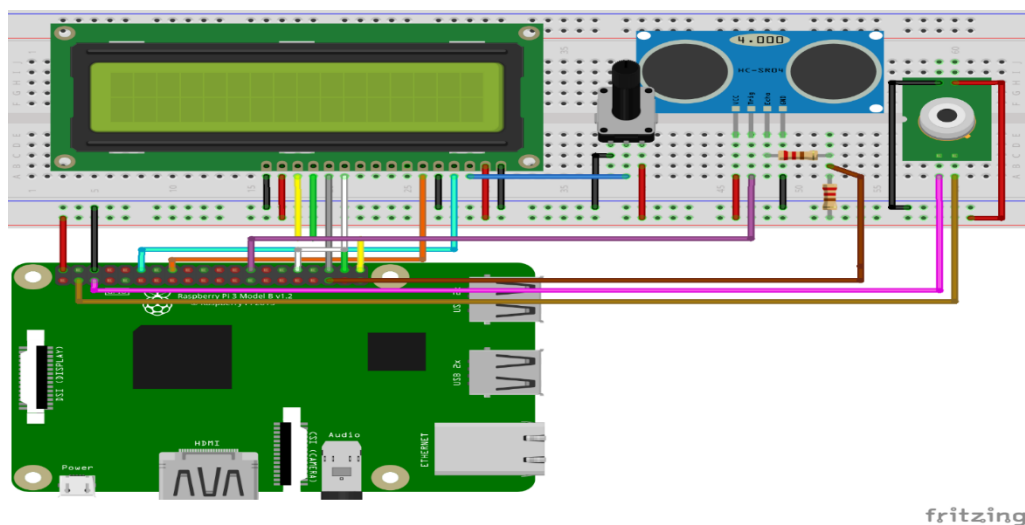
## 5.1 DESCRIPCION DE LA DEMOSTRACION

Para efectos de la demostración se utiliza un Raspberry Pi 4 Model B, un sensor de movimiento, un sensor de temperatura y un display para evidenciar el concepto de conteo de personas y medición de temperatura de este, al pasar por un punto determinado.

Esta será la forma de poner en físico todos los conceptos previamente descritos, en cada ocasión en el que el sensor de movimiento detecte un cambio aumentará, el conteo y a su vez en otro sentido, un sensor disminuirá el conteo actual. Será necesario también realizar la medición de temperatura. Dichos datos se pueden visualizar en la plataforma Web y visualizar gráficos para análisis de este. Lo anterior se detalla en la siguiente Figura 29.

**Figura 29.**

*Demostración Prototipo*



*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

## 5.2 ASPECTOS DE DISEÑO

Teniendo en cuenta toda la problemática ya descrita, el proyecto propuesto consiste en una herramienta que facilite implementar un prototipo de un sistema integrado y automatizado para la medición de temperatura corporal y conteo de personas, en otras palabras, en lograr un filtro en el ingreso de personas a establecimientos públicos. Además, la posibilidad de tener datos de ingreso y salida de personas en un espacio físico para posteriormente analizar datos de horas pico, mayor afluencia entre otros.

Uno de los principales puntos que se tuvieron en cuenta para el diseño fue el utilizar herramientas fácilmente reemplazables y económicas pero que cumplieran todas las necesidades, para de esta forma alcanzar el mayor margen de beneficio posible, el Raspberry Pi fue el seleccionado dado que consta con un módulo Wifi integrado para la comunicación y una interfaz gráfica amigable para poder brindarle mantenimiento al software sin que esto implique un problema para la operación y poder tener la fase de control de manera tal que el equipo pueda manejar el registro de la información igualmente.

Para la fase de comunicación, se consideró utilizar Thing Speak para realizar las gráficas, la ventaja que tiene sobre un reporte en Power BI es que se actualiza en tiempo real, dado las características del proyecto esto es un aspecto necesario por lo que se decidió optar por esta herramienta. Todos los sensores ideales para el proyecto se encuentran disponibles en distintos mercados a nivel nacional y a un precio bastante accesible, por lo que, en caso de necesitar un reemplazo, no presentará ningún problema para el encargado de mantenimiento

## **5.3 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO**

La siguiente sección está destinada a mostrar las distintas etapas de diseño y la construcción del prototipo propuesto, analizarán el funcionamiento y comportamiento de cada uno de los dispositivos utilizados.

El prototipo consta de tres etapas principales, las cuales son Sensado, Control y Comunicación. Asimismo, todas las etapas en conjunto constituyen el prototipo completo.

### **5.3.1 Sensado**

Dado que esta etapa consiste en la recolección de variables de medición dentro del programa que se encuentra en lenguaje Python, este se encarga de analizar las entradas en la etapa de control y generar los gráficos en la fase de comunicación, se podrían considerar las fases más complejas de todo el prototipo, el sensado de variables constituye el inicio de todo el sistema, cada sensor tiene sus propias características que requerirá la medición de variables específicas. A continuación, se presentan los dispositivos empleados en el prototipo y su programación.

#### **5.3.1.1 Sensor de temperatura infrarrojo sin contacto MLX90614**

El MLX90614 de Melexis es un termómetro infrarrojo diseñado para la detección de temperatura sin contacto. Un ADC interno de 17 bits y un potente DSP contribuyen a la alta precisión y resolución del MLX90614. Tiene una gran cantidad de aplicaciones, incluida la medición de la temperatura corporal y la detección de movimiento.

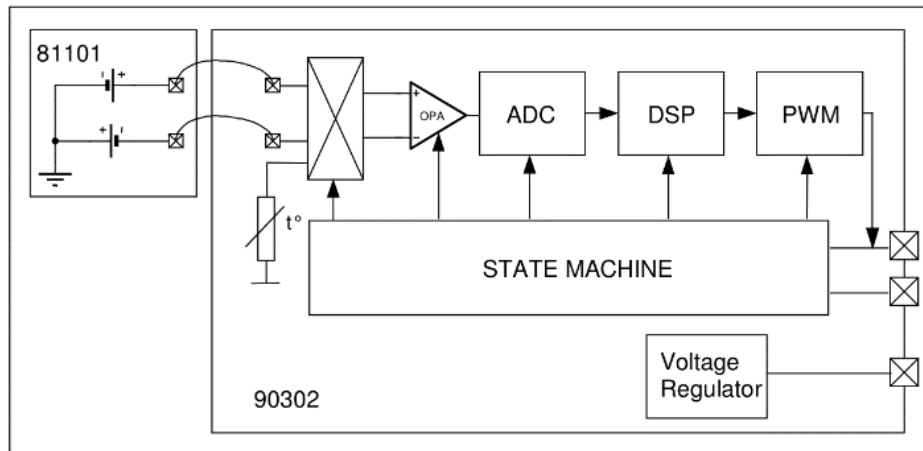
Sus características principales son que trabaja de  $-40$  a  $+ 85$  ° C para la temperatura del sensor,  $-70$  a  $+ 380$  ° C para la temperatura del objeto, interfaz digital compatible con I2C, 3-5 VDC (regulador integrado), alta precisión de  $0,5$  ° C en un amplio rango de temperatura. En el anexo uno (MLX906014.pdf) se puede encontrar la hoja de datos del sensor. Internamente, el MLX90614 es un par de dos dispositivos: un detector de termopila de infrarrojos y un procesador de aplicación de acondicionamiento de señal.

Según la ley de Stefan-Boltzman, cualquier objeto que no esté por debajo del cero absoluto ( $0^{\circ}\text{K}$ ) emite luz (no visible para el ojo humano) en el espectro infrarrojo que es directamente proporcional a su temperatura. La termopila infrarroja especial dentro del MLX90614 detecta cuánta energía infrarroja emiten los materiales en su campo de visión y produce una señal eléctrica proporcional a eso.

Ese voltaje producido por la termopila es captado por el ADC de 17 bits del procesador de la aplicación y luego acondicionado antes de pasar a un microcontrolador. Lo anterior se detalla en la siguiente Figura 30.

**Figura 30.**

*Diagrama de bloque interno del MLX90614 que muestra la termopila*



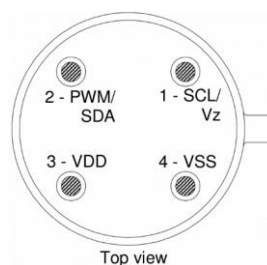
Nota: Adaptado de *Diagrama de bloque interno del MLX90614 que muestra la termopila*, Sparkfun, (s.f.), (<https://learn.sparkfun.com/tutorials/mlx90614-ir-thermometer-hookup-guide/all>)

### 5.3.1.1.1 Distribución de pines MLX90614

El MLX90614 viene en un paquete de "lata" TO-39 con cuatro patas: dos para alimentación y dos para la interfaz SMBus. Una "muesca" en el paquete ayuda a indicar qué pin es cuál. Lo anterior se detalla en la siguiente Figura 31.

**Figura 31.**

*Asignación de pines del MLX90614*

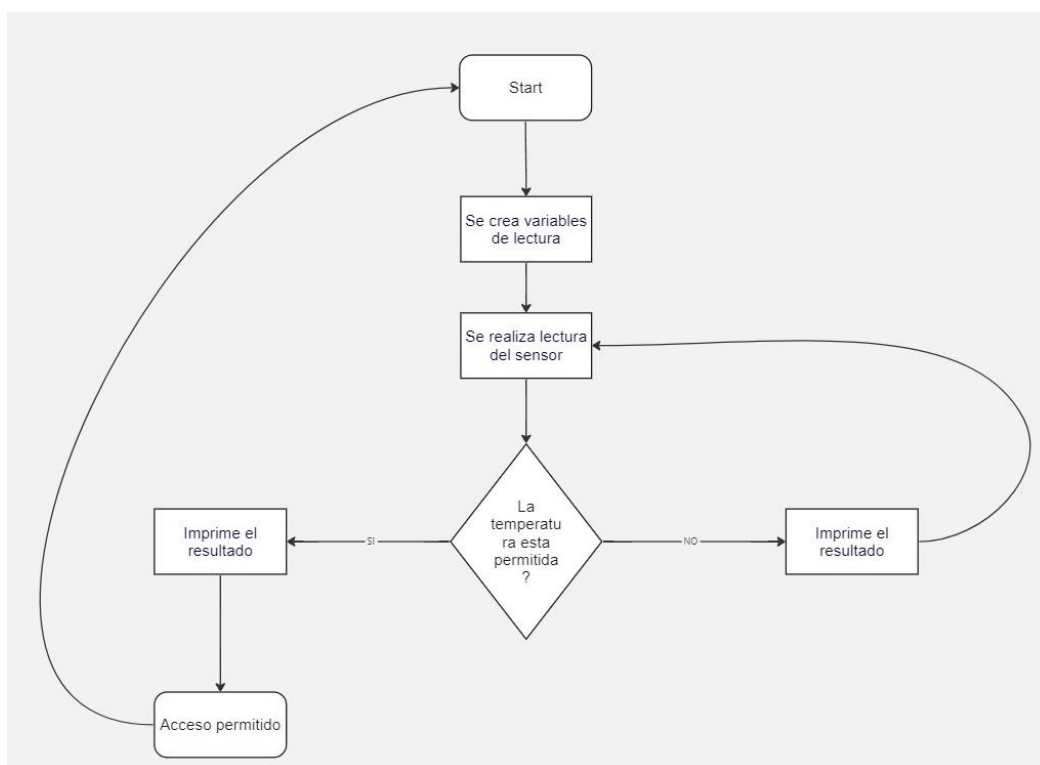


Nota: Adaptado de *Diagrama de bloque interno del MLX90614 que muestra la termopila*, Sparkfun, (s.f.), (<https://learn.sparkfun.com/tutorials/mlx90614-ir-thermometer-hookup-guide/all>)

El sensor se programa en lenguaje Python y tiene una función simple, realizar mediciones periódicamente y crear una bitácora con los valores que va recolectando, en la siguiente figura se puede ver el diagrama del programa y ver los detalles del código. Lo anterior se detalla en la siguiente Figura 32.

### Figura 32.

*Diagrama programa del sensor MLX90614*



*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

Para la ejecución correcta del programa hacen el llamado de las librerías dentro de ellas, las del sensor de temperatura como se puede ver en la siguiente imagen de la Figura 33.

**Figura 33.**

*Inicialización de librerías*

```
import RPi.GPIO as GPIO
from smbus2 import SMBus
from mlx90614 import MLX90614
import time
import sys
import os
import urllib2
```

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

Posteriormente un programa dentro del script para la temperatura define que se utilizara solo un bus de datos, y la dirección donde va a escribir el sensor, los límites de operación y la respuesta ante cada uno de ellos. Lo anterior se detalla en la siguiente Figura 34.

**Figura 34.**

*Programa sensor de temperatura*

```
def temp():
#   temp= sensor.get_object_1()
  bus = SMBus(1)
  sensor = MLX90614(bus, address=0x5A)
#   print "Ambient Temperature :", sensor.get_ambient()
  print ("Temperatura Corporal :", sensor.get_object_1())
  temp = sensor.get_object_1()
  bus.close()
  time.sleep(2)

  if(temp >=30):
    GPIO.output(26, GPIO.HIGH)
    print ("ALTA TEMPERATURA")
  elif(temp<30):
    GPIO.output(26, GPIO.LOW)
    print ("Temperatura normal")
  return temp
```

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

### 5.3.1.2 Sensor de distancia ultrasónico HC-SR04

El sensor HC-SR04 es un sensor de distancia de bajo costo que utiliza ultrasonido para determinar la distancia de un objeto en un rango de 2 a 450 cm. Destaca por su pequeño tamaño, bajo consumo energético, buena precisión y excelente precio. El sensor HC-SR04 es el más utilizado dentro de los sensores de tipo ultrasonido, principalmente por la cantidad de información.

El sensor HC-SR04 posee dos transductores: un emisor y un receptor piezoeléctricos, además de la electrónica necesaria para su operación. El funcionamiento del sensor es el siguiente: el emisor piezoeléctrico emite 8 pulsos de ultrasonido(40KHz) luego de recibir la orden en el pin TRIG, las ondas de sonido viajan en el aire y rebotan al encontrar un objeto, el sonido de rebote es detectado por el receptor piezoeléctrico, luego el pin ECHO cambia a Alto (5V) por un tiempo igual al que demoró la onda desde que fue emitida hasta que fue detectada. El tiempo del pulso ECO es medido por el microcontrolador y así se puede calcular la distancia al objeto.

El funcionamiento del sensor no se ve afectado por la luz solar o material de color negro y más características que pueden apreciar en la hoja de datos del anexo (HCSR04.pdf). Al ver su asignación de pines en la siguiente imagen donde **VCC** suministra energía al sensor ultrasónico HC-SR04. **Trig** (disparador) pin se utiliza para disparar pulsos de sonido ultrasónico, **Echo** pin ALTO cuando se transmite la ráfaga ultrasónica y permanece ALTO hasta que el sensor recibe un eco, después de lo cual baja. Al medir el tiempo que el pin Echo permanece alto, se puede calcular la distancia y **GND** es el pin de tierra. Lo anterior se detalla en la Figura 35.

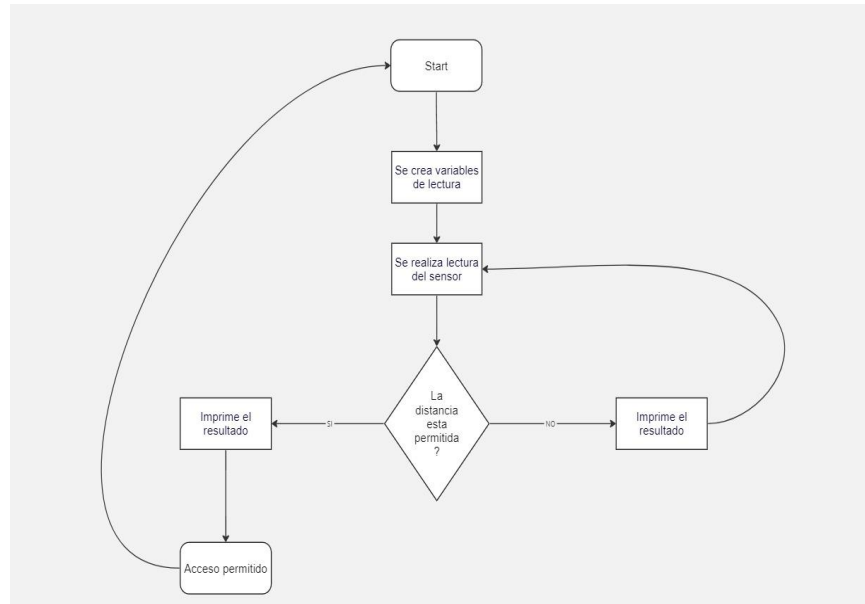
**Figura 35.***Asignación de pines del HCSR04*

Nota: Adaptado por *Asignación de pines del HCSR04*, MCI Electronics, (s.f.), (<https://cursos.mcielectronics.cl/2022/12/06/como-funciona-el-sensor-ultrasonico-hc-sr04-y-como-se-conecta-con-arduino/>)

El sensor programado en lenguaje Python tiene una función simple, realizar mediciones periódicamente y si se encuentra dentro del valor permitido, autorizar la medición de temperatura, en la siguiente figura se puede ver el diagrama del programa y ver los detalles del código. Lo anterior se detalla en la Figura 36.

**Figura 36.**

*Diagrama programa del Sensor de distancia HC-SR04*



*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

Una vez realizado el llamado de las librerías correspondientes realiza una asignación de pines con base a la ubicación del dispositivo en el bus de datos y sus estados. Lo anterior se detalla en la Figura 37.

**Figura 37.***Inicialización de pines*

```

GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(26, GPIO.OUT)
GPIO.setup(27, GPIO.OUT)
GPIO.setup(17, GPIO.IN)

TRIG = 23
ECHO = 24

GPIO.setup(TRIG, GPIO.OUT)
GPIO.setup(ECHO, GPIO.IN)

GPIO.output(TRIG, False)

time.sleep(2)

```

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

El programa del ultrasónico realiza una comparación entre alto o bajo, cuando se encuentra en alto el hace una medición mediante la formula descrita en la imagen para calcular e imprimir la distancia en cm. Lo anterior se detalla en la Figura 38.

**Figura 38.***Programa del sensor de distancia*

```

def programa():
    time.sleep(1)
    GPIO.output(TRIG, True)
    time.sleep(0.00001)
    GPIO.output(TRIG, False)
    while GPIO.input(ECHO) == 0:
        tinicio = time.time()
    while GPIO.input(ECHO) == 1:
        tfin = time.time()
    tttotal = tfin - tinicio
    distancia = tttotal * 17150
    distancia = round(distancia, 2)
    print ("distancia: ", distancia, "cm")
    return distancia

```

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

### 5.3.2 Control

La etapa de control desarrollada dentro del plano de la programación en lenguaje Python en un script en la raspberry, donde se toman ambas lecturas de la etapa de sensado, se procesan mediante programas independientes, y hacen un llamado al programa principal. Lo anterior se detalla en la Figura 39.

**Figura 39.**

*Programa de medición*

```
def medicion(variable):  
    if(variable <= 10):  
        temp()  
        print ("RECIBIENDO MUESTRA")  
    elif (variable >10):  
        print ("NO HAY MUESTRA")
```

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

El primer paso para iniciar el programa es definir la distancia a partir de la cual el programa empezara a tomar nuevas lecturas de temperatura. Y dentro del programa principal se hace el llamado de los programas pequeños para ejecutar las mediciones y acciones correspondientes.

En caso de recibir una señal del sensor de temperatura en alto el programa, ejecutará el código de la cámara, el cual requiere que el microprocesador tenga en habilitado el enable de la cámara, hacer el llamado de la librería correspondiente en el script, e incluir el código fuente del dispositivo. Se capturará una imagen y se le dará la ruta donde guardarla en la raspberry. Lo anterior se detalla en la Figura 40.

**Figura 40.***Programa de la Cámara*

```
if(temp >=30):
    GPIO.output(26, GPIO.HIGH)
    camera.start_preview()
    camera.annotate_text = "Temperatura alta!"
    sleep(2)
    camera.capture('/home/pi/Desktop/Proyecto_graduacion_fotos/image.jpg')
    camera.stop_preview()
    #camera()
    print ("ALTA TEMPERATURA")
elif(temp<30):
    GPIO.output(26, GPIO.LOW)
    print ("Temperatura normal")
return temp
```

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

Adicionalmente cuenta con un display físico en el cual imprime los valores correspondientes. Lo anterior se detalla en la siguiente Figura 41.

Figura 41.

*Programa principal*

```
def main():  
# Main program block  
GPIO.setwarnings(False)  
GPIO.setmode(GPIO.BCM) # Use BCM GPIO numbers  
GPIO.setup(LCD_E, GPIO.OUT) # E  
GPIO.setup(LCD_RS, GPIO.OUT) # RS  
GPIO.setup(LCD_D4, GPIO.OUT) # DB4  
GPIO.setup(LCD_D5, GPIO.OUT) # DB5  
GPIO.setup(LCD_D6, GPIO.OUT) # DB6  
GPIO.setup(LCD_D7, GPIO.OUT) # DB7  
# Initialise display  
lcd_init()  
while True :  
    variable=programa()  
    temperatura=temp()  
    medicion(variable)  
    conn = urllib2.urlopen(baseUrl + '&field1=%s&field2=%s' % (temperatura,variable))  
    time.sleep(1)  
# Send some test  
    lcd_string("Grados Celcius ",LCD_LINE_1)  
    lcd_string(str(temperatura),LCD_LINE_2)  
    time.sleep(1) # 3 second delay
```

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

### 5.3.3 Comunicación

La etapa de la comunicación es donde mediante protocolos de internet se logrará graficar estadísticas y documentar datos en páginas web. La plataforma seleccionada es Thingspeak y se habilitaron los accesos mediante la dirección asignada y la llave criptográfica y se introdujo al código de la siguiente manera. Lo anterior se detalla en la Figura 42.

**Figura 42.***Llave Thingspeak*

```
myAPI= 'PDQ4CEUWB34DTJX0'
baseURL = 'https://api.thingspeak.com/update?api_key=%s'%myAPI
```

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

Dentro del main se le indica al programa que imprima y construya los gráficos en la interfaz utilizando el espacio o campo designado, que para estos efectos son los espacios 1 y 2 donde en uno imprime los datos de temperatura y en otro la variable, que en este caso es la distancia, pero este espacio podría ser cualquier otro concepto que se desee medir a futuro. Lo anterior se detalla en la Figura 43.

**Figura 43.***Programación a IoT*

```
while True :
    variable=programa()
    temperatura=temp()
    medicion(variable)
    conn = urllib2.urlopen(baseURL + '&field1=%s&field2=%s' % (temperatura,variable))
```

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

Mediante Cayenne se tiene la posibilidad de tener una aplicación para control del dispositivo y de las alertas básicas en caso de señales de alta temperatura, la misma se podrá utilizar a través de la web, celulares o dispositivos móviles. A continuación, se detallan los pasos necesarios para que funcione en su dispositivo:

- Habilite el servicio SSH en su dispositivo Raspberry Pi y puede hacerlo ingresando a la opción del menú principal y en la opción "Preferencias", deberá ir a la "Configuración de Raspberry Pi".

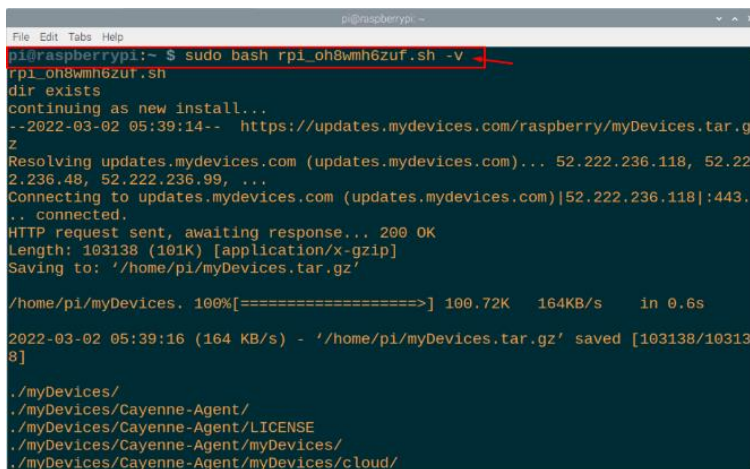
- Después de crear con éxito la cuenta, lo lleva a la página donde debe seleccionar su dispositivo Raspberry Pi como plataforma de inicio del proyecto.
- Descargar Cayenne en su Raspberry Pi en este paso.

Para ello, la terminal Raspberry Pi debe estar abierta y ejecuta el siguiente comando que le permitirá instalar Cayenne en su dispositivo Raspberry Pi.

Al ejecutar el siguiente comando en la terminal. “\$ sudo bash rpi\_oh8wmh6zuf.sh -v”. Una vez que se complete, su Raspberry Pi se reinicia y después del reinicio deberá esperar unos segundos. Lo anterior se detalla en la Figura 44.

**Figura 44.**

### *Programación Cayenne*



```

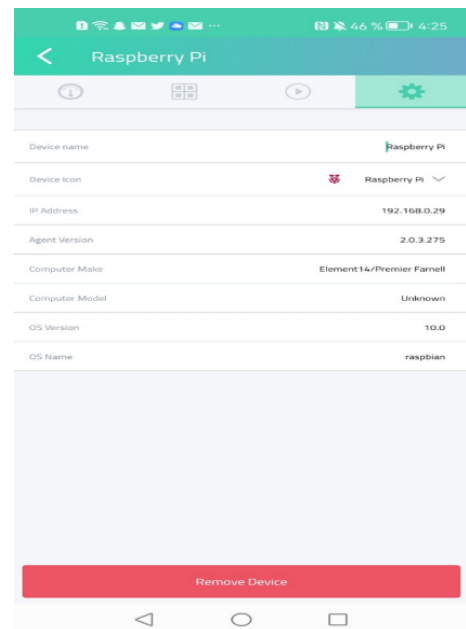
pi@raspberrypi:~$ sudo bash rpi_oh8wmh6zuf.sh -v
rpi_oh8wmh6zuf.sh
dir exists
continuing as new install...
--2022-03-02 05:39:14-- https://updates.mydevices.com/raspberry/myDevices.tar.gz
Resolving updates.mydevices.com (updates.mydevices.com)... 52.222.236.118, 52.22
2.236.48, 52.222.236.99, ...
Connecting to updates.mydevices.com (updates.mydevices.com)|52.222.236.118|:443.
.. connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 103138 (101K) [application/x-gzip]
Saving to: '/home/pi/myDevices.tar.gz'

/home/pi/myDevices. 100%[=====] 100.72K  164KB/s  in 0.6s

2022-03-02 05:39:16 (164 KB/s) - '/home/pi/myDevices.tar.gz' saved [103138/10313
8]

./myDevices/
./myDevices/Cayenne-Agent/
./myDevices/Cayenne-Agent/LICENSE
./myDevices/Cayenne-Agent/myDevices/
./myDevices/Cayenne-Agent/myDevices/cloud/

```



*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

## **5.4 IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO**

El proceso de construcción del prototipo inició con el concepto donde desean que sea un equipo de fácil instalación y remoto, ya que se deberá instalar en los clientes finales por lo que no cuenta con una ubicación física específica, sino que se podrá ubicar en cualquier lugar que cuente con los recursos básicos de 110v y red de internet.

Aun así, se contempla en esta etapa de implementación el desarrollo final del prototipo desde su fase física hasta su recopilación de datos e interfaz con el usuario. Identificando de igual manera cada etapa de sensado, control y comunicación.

### **5.4.1 Ejecución del dispositivo**

En la etapa de sensado, la interfaz del raspberry registra los datos en la pantalla del equipo con base a los datos que percibe de manera física en el equipo, una vez realizada la etapa de control correspondiente cuando corre el programa principal. Lo anterior se detalla en la Figura 45.

**Figura 45.**

*Prototipo realizando la medida*



*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

Esta recolección de datos se da en el prompt del raspberry de esta manera como se puede observar en la Figura 46.

**Figura 46.**

*Datos en el Prompt*

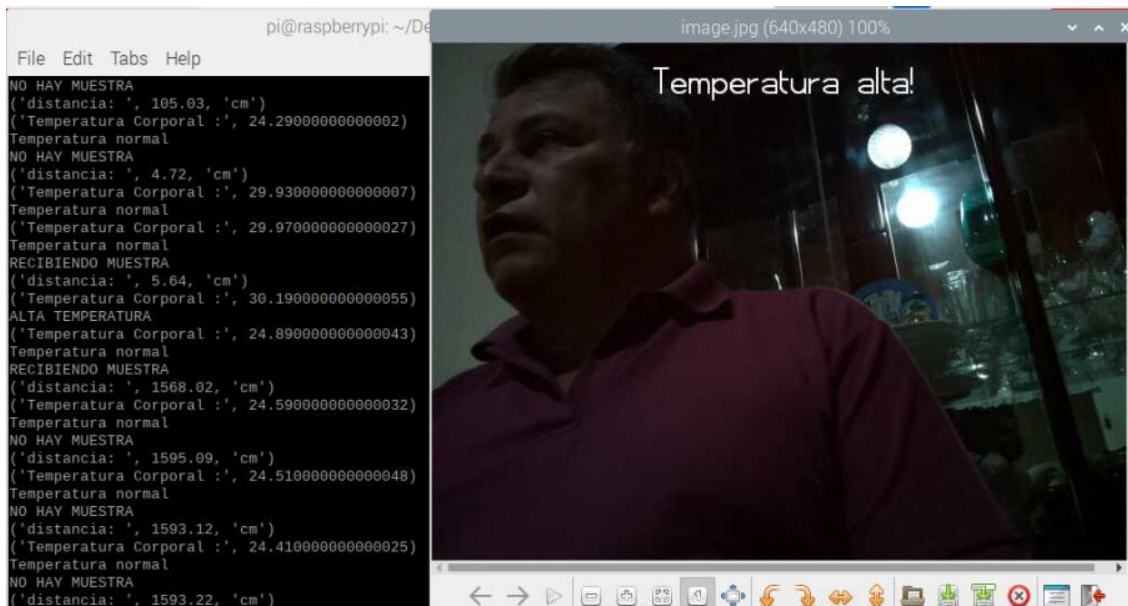
```
( 'distancia: ', 25.78, 'cm' )
('Temperatura Corporal :', 24.110000000000014)
Temperatura normal
NO HAY MUESTRA
('distancia: ', 5.73, 'cm' )
('Temperatura Corporal :', 32.390000000000004)
ALTA TEMPERATURA
('Temperatura Corporal :', 32.410000000000025)
ALTA TEMPERATURA
RECIBIENDO MUESTRA
('distancia: ', 7.18, 'cm' )
('Temperatura Corporal :', 32.550000000000001)
ALTA TEMPERATURA
('Temperatura Corporal :', 24.870000000000005)
Temperatura normal
RECIBIENDO MUESTRA
('distancia: ', 25.79, 'cm' )
('Temperatura Corporal :', 24.450000000000045)
Temperatura normal
NO HAY MUESTRA
```

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

Desde el funcionamiento en la etapa de control la cámara se dispara y toma una fotografía en caso de recibir una alerta por alta temperatura, la misma se almacena en la memoria de la raspberry pi, lo cual nos permite visualizar posteriormente para el análisis e investigación de los datos. Lo anterior se detalla en la Figura 47.

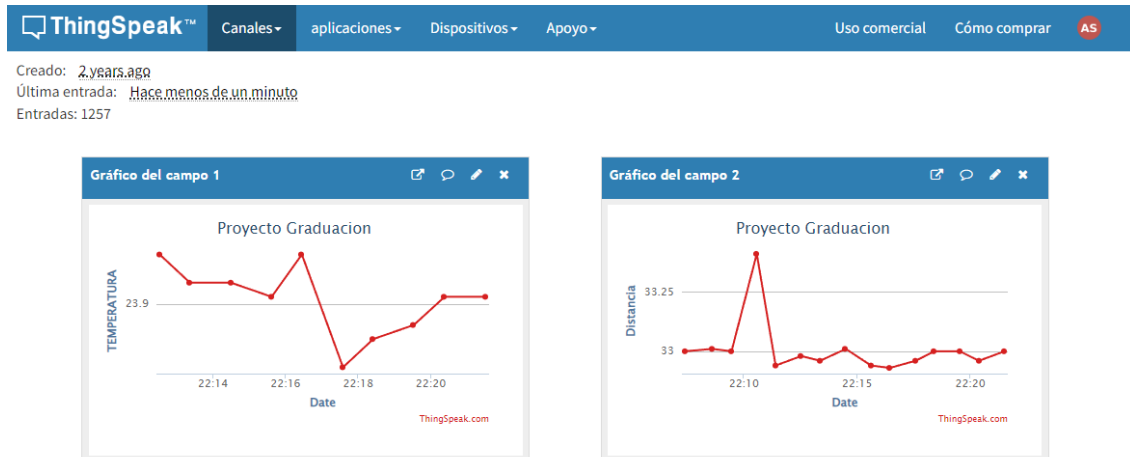
**Figura 47.**

*Captura de la cámara*



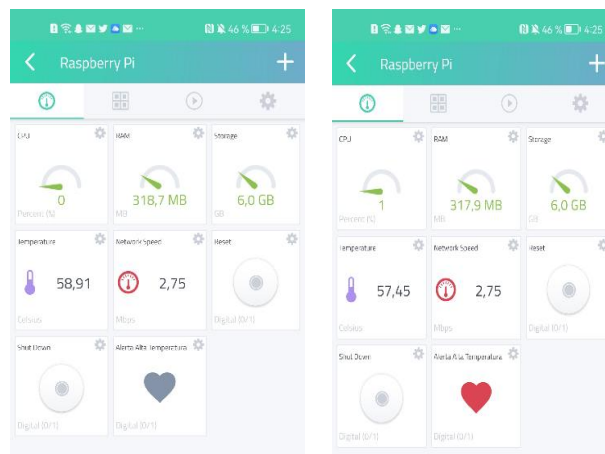
*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

En caso de recibir una temperatura correcta el dispositivo habilita el paso sin problema a una segunda etapa. Sin embargo, si el dispositivo detecta una temperatura anormal brindará una alerta física y a través de los dispositivos enlazados, que queda documentada en los archivos del IoT para el análisis correspondiente. Lo anterior se detalla en la siguiente figura. Figura 48.

**Figura 48.***Datos en Thingspeak*

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

Y esta información podrá ser visualizada desde la aplicación a dispositivos móviles, en la cual se ve el cambio de estado en caso de una activación de “alerta”. Lo anterior se detalla en la siguiente Figura 49.

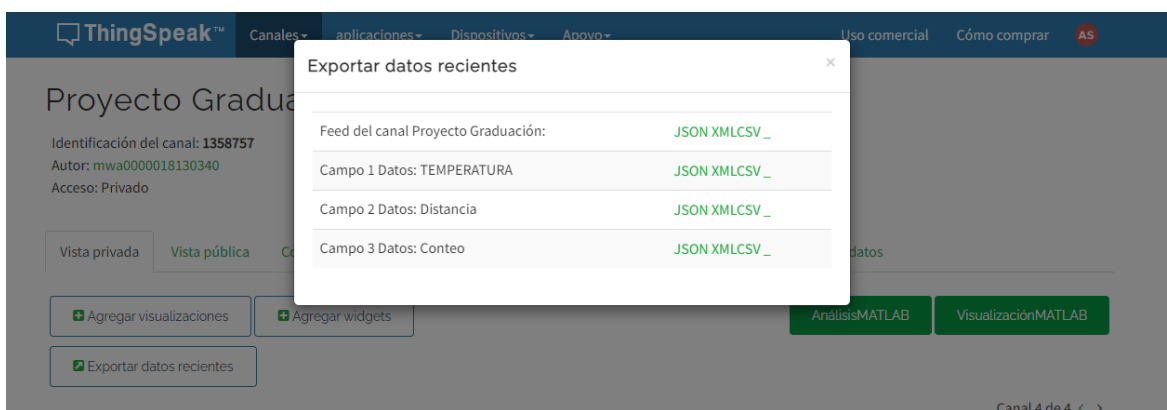
**Figura 49.***Datos en App Celular*

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

Estas muestras toman gran valor al momento de realizar el análisis de datos posterior para el cual debe ser posible realizar la descarga de la información, lo cual es posible desde la interfaz de Thingspeak, como se muestra en la Figura 50:

**Figura 50.**

### Exportación de datos



```

▼ <channel>
  <id type="integer">1358757</id>
  <name>Proyecto Graduacion</name>
  <description>Contador</description>
  <latitude type="decimal">0.0</latitude>
  <longitude type="decimal">0.0</longitude>
  <field1>TEMPERATURA</field1>
  <field2>Distancia</field2>
  <field3>Conteo</field3>
  <created-at type="dateTime">2021-04-15T00:08:36Z</created-at>
  <updated-at type="dateTime">2023-04-19T03:32:41Z</updated-at>
  <last-entry-id type="integer">1333</last-entry-id>
  ▼ <feeds type="array">
    ▼ <feed>
      <created-at type="dateTime">2023-04-19T04:15:03Z</created-at>
      <entry-id type="integer">1234</entry-id>
      <field1>23.97</field1>
      <field2>32.94</field2>
      <field3 nil="true"/>
    </feed>
    ▼ <feed>
      <created-at type="dateTime">2023-04-19T04:15:20Z</created-at>
      <entry-id type="integer">1235</entry-id>
      <field1>23.87</field1>
      <field2>33.03</field2>
      <field3 nil="true"/>
    </feed>
    ▼ <feed>
      <created-at type="dateTime">2023-04-19T04:15:37Z</created-at>
      <entry-id type="integer">1236</entry-id>
      <field1>23.91</field1>
      <field2>32.94</field2>
      <field3 nil="true"/>
    </feed>
  </feeds>

```

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

## 5.5 ANÁLISIS DE COSTOS

En la Tabla 4. “Análisis de costos de materiales utilizados” se puede observar el desglose de la inversión económica realizada para la compra y adquisición de cada uno de los elementos y componentes necesarios para la construcción y diseño del dispositivo de calibración.

**Tabla 4.**

*Análisis de costos de materiales utilizados*

Artículo	Precio	Cantidad	Precio Final
Raspberri Pi 4 Modelo B (Incluye Adaptador, Memoria)	₪80 000,00	1	₪ 80 000,00
Paquete de 40 Jumpers de 15cm	₪ 2 500,00	1	₪ 2 500,00
MLX90614 - Infrared Thermometer	₪18 000,00	1	₪ 18 000,00
Display LCD 16x2 I2C	₪ 4 200,00	1	₪ 4 200,00
Raspberry Pi Camera Board v1.3 - 5 Megapixels	₪30 000,00	1	₪ 30 000,00
Sensor de distancia ultrasónico HC-SR04	₪ 3 600,00	1	₪ 3 600,00
		Total	₪ 138 300,00

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

La gran mayoría de estos componentes pueden encontrarse en el mercado nacional, pero otros debieron ser importados debido a que no fueron encontrados con facilidad.

De la misma forma se deben tomar en cuenta los gastos incurridos referentes a la etapa de diseño, programación, configuración, armado, y la corroboración del correcto funcionamiento del dispositivo, para los cuales se determinan los valores de costo por hora.

En la Tabla 5. “Costos de implementación” se muestran las diferentes actividades llevadas a cabo en el diseño e implementación del proyecto, así como la cantidad total de horas invertidas en cada una de estas etapas anteriormente descritas.

**Tabla 5.**

*Costos de implementación*

Actividad	Costo por hora	Cantidad de horas	Total
Diseño del dispositivo	₡ 6 000,00	35	₡210 000,00
Programación python	₡ 6 000,00	30	₡180 000,00
Construcción del dispositivo	₡ 6 000,00	15	₡ 90 000,00
Pruebas del dispositivo	₡ 6 000,00	23	₡138 000,00
	Total	103	₡618 000,00

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

Teniendo claro los montos requeridos para este nuevo dispositivo de medición y análisis, se elabora la Tabla 6. Costo total del proyecto, en la cual se muestra el monto total necesario para llevar a cabo todas las etapas del dispositivo e incluyendo El monto de la ganancia correspondiente a la elaboración del proyecto fue establecido en una relación del 20% para mantener la rentabilidad.

**Tabla 6.**

*Costos totales del proyecto*

Detalle	Monto
Costo Materiales	₡ 138 300,00
Costo de Implementacion	₡ 618 000,00
Ganancia 20%	₡ 151 260,00
Total	₡ 907 560,00

*Nota: Elaboración propia (Solano, 2023)*

La inversión necesaria para que el proyecto se ejecute corresponde a un monto aproximado en su etapa inicial de ₡ 907,560. Al ser un prototipo a la venta y en búsqueda de facilitar su colocación al público planean entregar en un alquiler al usuario final, bajo un contrato de comodato con servicios de mantenimiento durante el plazo de 36 meses con una mensualidad aproximada de ₡40,000 por mes y tener una utilidad en el tiempo de ₡532,440 que representa aproximadamente el 59% de rentabilidad, y adicionalmente el valor agregado a la salud nacional que no puede contabilizarse directamente.

De esta manera, queda evidenciado que el costo beneficio desde el punto de vista económico consideran viable ejecutar el proyecto para la compañía y lanzar su nuevo producto al mercado. Adicionalmente, aporta grandes beneficios al área social donde ofrece un beneficio para la comunidad invaluable en temas de prevención por factores de salud, seguridad y demás factores que se analizaran a lo largo del documento.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 CONCLUSIONES

A continuación, se enlistan las conclusiones obtenidas durante toda la elaboración del proyecto:

1. Se identificaron las necesidades y requerimientos específicos del sistema de toma de temperatura, control de acceso, conteo de personas de forma ágil y eficiente en base a lo estudiado a lo largo del documento, comportamiento de la empresa y requerimientos que se presentan.
2. Producto de esto se detallaron las tecnologías y sensores disponibles para elegir las que mejor se adapten en los requerimientos establecidos en el dispositivo y que cumplan con los parámetros técnicos solicitados.
3. A partir de los requerimientos del proyecto se diseñó un prototipo que cumpla con las necesidades de este a nivel electrónico y funcional, con la posibilidad de adaptarse a los parámetros del cliente y según los criterios técnicos.
4. Luego de ejecutar el proyecto se analizaron los costos de la implementación del proyecto para presupuestar su ejecución. Para esto se conocieron los lineamientos establecidos por el ministerio de salud respecto a las condiciones de aforo y condiciones básicas para su apertura al público y tener dichos parámetros en cuenta, además, del costo técnico o profesional incluido.
5. Durante el desarrollo de las pruebas se evaluó la puesta en marcha del dispositivo con sus diferentes etapas de medición, recolección, control y entrega de datos. Donde el diseño y las recomendaciones técnicas tomaron gran valor e importancia.
6. Una vez realizada dichas pruebas se construyó el prototipo diseñado para dar solución a la problemática principal y demostrar su funcionamiento, donde las

partes quedaron satisfechas con los resultados, ya que el dispositivo cumplió con las expectativas y requerimientos de la empresa.

7. Con base en las pruebas realizadas se verificó la funcionalidad del prototipo en condiciones reales y se comprobó su puesta en marcha, dando satisfacción a las partes de que el equipo cuenta con los criterios y parámetros necesarios para ofrecer una solución tecnológica a un problema real desde el área empresariales y de salud.
8. Como parte del proyecto se logró incluir esta solución en la oferta comercial de la empresa, donde en la búsqueda de ofrecer innovación y seguridad la empresa expreso su conformidad.
9. El análisis de costo-beneficio del proyecto se logró realizar y aceptar para su comercialización siendo esta una opción real para la problemática planteada, y a la hora de calcular su costo operativo se espera obtener una rentabilidad importante en el tiempo, lo cual se convierte en una inversión atractiva para todas las partes interesadas.

## 6.2 RECOMENDACIONES

A continuación, se listan las conclusiones obtenidas durante toda la elaboración del proyecto:

1. Según las necesidades operativas del cliente final o el equipo se recomienda hacer ajustes cada vez que sucedan cambios mayores que afecten la ejecución de las funciones del equipo.
2. Planificar una revisión de los sensores conectados, ya que, puede que con el tiempo alguno se vea afectado y genere alarmas que no reflejen el verdadero comportamiento de la máquina.
3. Crear una bitácora y tomar nota de los inconvenientes que surjan en el futuro y cómo se reflejaron estos en el reporte, de esta forma pueden ser detectados más adelante cuando se identifiquen los mismos patrones.
4. Considerando que el Raspberry Pi tienen altas capacidades se podría aprovechar para conectar algún otro sensor o utilizar sus salidas para activar alarmas previamente programadas, siempre y cuando no interfiera con el programa original.
5. Crear una campaña de difusión y educación institucional con base en el dispositivo y así, reducir el desinterés que encuentra en alguna población por cumplir con protocolos de salud y únicamente se interesen en su beneficio personal.
6. Otro punto de mejora para este prototipo se basa en que inicialmente sería limitado a controlar un único acceso a la vez. Esto se solucionaría agregando más dispositivos según la cantidad de accesos habilitados en cada establecimiento.

7. Al ser un prototipo que envía información a un servidor web se requiere y depende del servicio de internet en lugar donde se vaya a instalar y un dispositivo donde visualizar dicha página. En caso de que se presente este escenario se sugiere contar con un Back up mientras se restablece el servicio.
8. La implementación del prototipo no elimina la posibilidad de contagio de enfermedades o cumplir con un sano distanciamiento físico, ya que la persona podría ingresar con una temperatura permitida y estar contagiada de diferentes tipos de virus, o por negligencia no cumplir con la distancia requerida entre personas, aunque se encuentren con el aforo permitido. Por lo cual, continuar con los protocolos de salud siempre será importante como una medida preventiva.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica. 6ta. Edición (6ta ed)*. . Caracas: Editorial Episteme. .
- Artero, Ó. T. (2013). *Arduino: curso práctico de formación*. Madrid: RC Libros.
- Bastarrica. (13 de Abril de 2020). *Cómo los raspberry pi salvan vidas en la pandemia*. . Obtenido de Bastarrica, D. (2020, April 13). *Cómo los raspberry pi salvan vidas en la* [phttps://es.digitaltrends.com/computadoras/raspberry-pi-coronavirus-ventiladores/](https://es.digitaltrends.com/computadoras/raspberry-pi-coronavirus-ventiladores/)
- Dumas, M. (2018). *Fundamentals of business process management* . Springer .
- Edraw. (16 de Marzo de 2023). *Método 6M para el Análisis de Causa y Efecto*. . Obtenido de *Método 6M para el Análisis de Causa y Efecto*. : <https://www.edrawsoft.com/es/6m-method.html>
- Gayubas, A. (21 de Abril de 2017). *Revolución Industrial*. Obtenido de <https://humanidades.com/revolucion-industrial/>
- Gomez, S. (2012). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Red Tercer Milenio S.C.
- Gutierrez, H. C. (1993). *Los Elementos de la Investigación "Como Reconocerlos, Diseñarlos y Construirlos"*. Santa Fe, Bogotá: El Buho LTDA.
- Hallon, J., Suriaga, J., & Miranda Ramos, M. M. . (2022). *Diseño de Sistema de Cámaras para la Detección de Mascarillas con Pyton y Raspberry Pi con Comunicación Inalámbrica a Través de Gsm*. *Información Tecnológica*. Obtenido de <https://doi.org/10.4067/S0>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación (6ta ed)*. México D.F: McGraw-Hill.
- Iniseg. (2020). *La Tecnología Ayuda A Combatir El covid-19. Ciberseguridad para Empresas*. Obtenido de <https://www.iniseg.es/blog/ciberseguridad/tecnologia-ayuda-a-combatir%20el%20covid19/#:~:text=La%20tecnolog%C3%ADa%20y%20las%20empresas,resultado%2C%20utilizando%20la%20inteligencia%20artificial>
- Maker, C. (Enero de 2022). *Espray Automático para Manos [coronavirus]. Proyectos con Arduino*. Obtenido de <https://proyectosconarduino.com/proyectos/spray-automatico-alcohol-para-manos-prevencion-coronavirus/>
- Maytorena, G. B. (2011). *Métodos de Investigación*. . México: Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora.
- Megvii. (2020). *Líder y practicante en IA*. Obtenido de [https://en.megvii.com/about\\_megvii](https://en.megvii.com/about_megvii)
- Megvii. (s.f.). *Terminal de control de acceso de reconocimiento facial*. Obtenido de [https://en.megvii.com/products/hardware/Face\\_Recognition\\_and\\_Access\\_Control\\_Terminal](https://en.megvii.com/products/hardware/Face_Recognition_and_Access_Control_Terminal)
- Ministerio de Salud. (2021). *Protocolos y guías*. Obtenido de <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos-left/documentos-ministerio-de-salud/vigilancia-de-la-salud/normas-protocolos-guias-y-lineamientos/situacion-nacional-covid-19/normativa-covid-19?limit=20&limitstart=0>

- Ministerio de Salud. (s.f.). *Situación Nacional Covid-19*. Obtenido de <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/vigilancia-de-la-salud/41-lineamientos-coronavirus/134-lineamientos-nacionales-para-la-vigilancia-de-la-infeccion-por-coronavirus-2019-ncov>
- Muñoz, C. (2011). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis (2da ed)*. México, D.F: Prentice- Hall.
- Niño, V. M. (2011). *Metodología de la Investigación Diseño y ejecución*. Bogota, Colombia: Ediciones de la U.
- Olivar Ruiz, P. (2021). *DISEÑO DE UN MEDIDOR IOT DOMÉSTICO [Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática]*. Valladolid: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID.
- Pérez, F. E. V., & Areny, R. P. (2007). *Microcontroladores: fundamentos y aplicaciones con PIC*.
- Pi Raspberry. (2013). *Raspberry pi documentation. Teach, learn, and make with the Raspberry Pi Foundation*. Obtenido de <https://www.raspberrypi.org/documentation/faqs/#introduction>
- SenseTime. (s.f.). *About Us* . Obtenido de Mission & Vision: <https://www.sensetime.com/en/about-index#0>
- SenseTime. (s.f.). *Manual de usuario Thunder E Thermal*. Obtenido de <https://manuals.plus/sensetime/thunder-e-thermal-camera-8inch-display-with-stand-manual#axzz870v6tVJP>
- SISEA SEGURIDAD S.A. (2022). *SISEA SEGURIDAD S.A*. Obtenido de <https://sisea.co.cr/###Informacion>
- Solano, A. (2023). *Elaboración propia* . Costa Rica.
- Tejada Díaz, N.L., Gisbert Soler, V. y Pérez Molina, A.I. (2017). *Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al GSD. 3C Empresa, investigación y pensamiento crítico, Edición Especial*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.espe>
- Texolabnet. (19 de Octubre de 2017). *LCD 16x2 + sensor de proximidad + LED + PWM PSOC4*. Obtenido de <https://texolab.net/2017/10/19/lcd-16x2-sensor-proximidad-led-pwm-psoc4/>
- Trochim, W. (2005). *Métodos de investigación: la base de conocimientos concisa*. Cincinnati: perros atómicos.
- Zamudio. (Abril de 1970). *La importancia y Aplicaciones de los microcontroladores en la electrónica. Ingeniería*. Obtenido de <https://ingenieria.lasalle.mx/la-importancia-y-aplicaciones-de-los-microcontroladores-en-la-electronica/>

## **GLOSARIO**

SISEA: Sistemas Integrados de Seguridad Electrónica Avanzada

PSoC: Programmable System on Chip

LCD: Liquid Crystal Display

I2C: Inter Integrated Circuit

Raspberry Pi: Ordenador de placa reducida programable.

Wifi: Tecnología que permite la interconexión inalámbrica de dispositivos electrónicos.

Sensor: Dispositivo capaz de percibir magnitudes físicas y transformarlas en variables eléctricas.

## ANEXO

### Lista de anexos

01. CY8CKIT-059\_Schematics
02. E18-D80NK Datasheet
03. SEN-09570-datasheet-3901090614M005
04. Decreto 42227-MP-S Emergencia Nacional COVID-19
05. Decreto N. 42221-S Medidas administrativas temporales actividades masivas COVID-19
06. dm\_rm\_0852\_2020\_res\_minist\_medi\_sanit\_claus\_temp\_estab\_comerc\_02042020
07. dm\_rm\_2835\_2020\_medid\_adm\_aforo\_supermercados\_similares\_29042020
08. medidas\_administrativas\_temporales\_atencion\_actividades\_concentracion\_masiva\_03032021
09. Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al GSD. 3C Empresa, investigación y pensamiento crítico, Edición Especial
010. Cuestionario N°1
011. MLX906014.PDF
012. TFG-I-1815.pdf
013. Guia-Normas-APA-7ma-edicion