



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**

**FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN**

**DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS**

**“SISTEMA DE ALERTA Y DETECCIÓN HUMO ALERTFIRE  
APLICADO AL AULA DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA Y  
DIGITALES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y  
TECNOLOGÍAS DE LA ULEAM DE MANTA”.**

**Autores:**

**Kelvin David Bermeo Reyes**

**Javier Enrique Solís Hernández**

**Tutor de Titulación:**

**Ing. Mike Paolo Machuca Avalos, Mg.**

**Manta - Manabí - Ecuador**

**2024**

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ  
FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“SISTEMA DE ALERTA Y DETECCIÓN HUMO ALERTFIRE APLICADO AL  
AULA DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA Y DIGITALES DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS DE LA ULEAM DE MANTA”.**

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito para obtener el título de Ingeniero en Sistemas:

**Tutor de Titulación:**

Ing. Mike Paolo Machuca Avalos, Mg.


**Autores:**

Kelvin David Bermeo Reyes

Javier Enrique Solís Hernández

**Manta - Manabí - Ecuador**

**2024**

 <b>Uleam</b> UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO	REVISIÓN: 2 Página 1 de 1

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

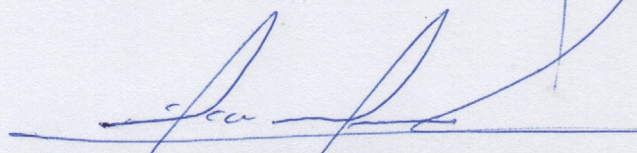
Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación, bajo la autoría de los estudiantes **Kelvin David Bermeo Reyes, Javier Enrique Solís Hernández**, legalmente matriculados en la carrera de Ingeniería en Sistemas, período académico **2024-2**, bajo la opción de titulación de Proyecto Integrador, cuyo tema del proyecto es **"SISTEMA DE ALERTA Y DETECCIÓN HUMO ALERTFIRE APLICADO AL AULA DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA Y DIGITALES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS DE LA ULEAM DE MANTA"**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 13 de enero del 2025.

Lo certifico,



Ing. Mike Paolo Machuca Avalos, Mg.  
**Docente Tutor**  
**Área: Electrónica y Digitales**

## Declaración del Tribunal Evaluador

Manta, 13 de febrero del 2025

Los miembros del tribunal examinador Aprueban el trabajo de investigación sobre el tema:

**“SISTEMA DE ALERTA Y DETECCIÓN HUMO ALERTFIRE APLICADO AL AULA DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA Y DIGITALES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS DE LA ULEAM DE MANTA”.**

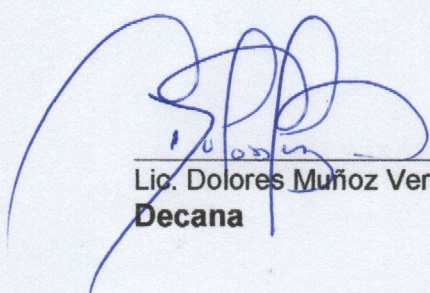
Tribunal examinador declara aprobado el grado de:

### **INGENIERO EN SISTEMAS**

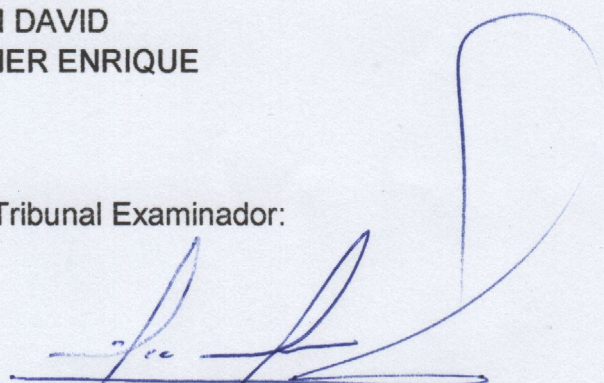
A los siguientes estudiantes:

- BERMEO REYES KELVIN DAVID
- SOLÍS HERNÁNDEZ JAVIER ENRIQUE

Aprobado por el Tribunal Examinador:



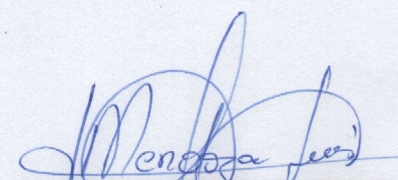
Lic. Dolores Muñoz Verduga, PhD  
**Decana**



Ing. Mike Paolo Machuca Avalos  
**Tutor**



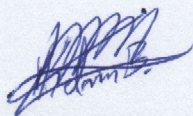
Arq. Luigi Pihuave Calderón, Mg  
**Miembro del tribunal**



Ing. Luis Mendoza Cuzme, Mg  
**Miembro del tribunal**

## Declaración de Autoría de Tesis

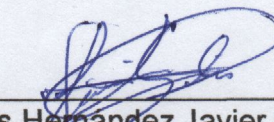
Nosotros, Kelvin David Bermeo Reyes con cédula de ciudadanía 1316750080 y Javier Enrique Solís Hernández con cédula de ciudadanía 1311464513, estudiantes de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad Ciencias de la Vida y Tecnologías, Carrera de Ingeniería en Sistemas, libre y voluntariamente declaramos que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado **"SISTEMA DE ALERTA Y DETECCIÓN HUMO ALERTFIRE APLICADO AL AULA DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA Y DIGITALES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS DE LA ULEAM DE MANTA"**. Es una elaboración compartida realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Mike Paolo Machuca Avalos y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



---

Bermeo Reyes Kelvin David

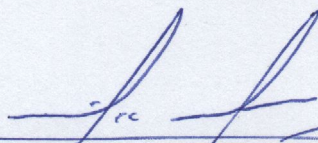
C.I. 1316750080



---

Solís Hernández Javier Enrique

C.I. 1311464513



---

Ing. Mike Paolo Machuca Avalos, Mg.

C.I. 1307673911

## **Dedicatoria**

***Bermeo Reyes Kelvin David***

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino, por brindarme la sabiduría, paciencia y fe necesarias para superar los desafíos.

A mis padres, cuyo amor incondicional, sacrificios y ejemplo de vida han sido mi mayor inspiración. Gracias por creer en mí incluso en los momentos más difíciles.

A mis hermanos, por su apoyo constante, sus palabras de aliento y por estar siempre a mi lado, recordándome el valor de la unidad y el amor familiar.

A mis familiares, quienes con su respaldo, motivación y cariño han contribuido de manera significativa a que este sueño se haga realidad.

A todos ustedes, les dedico este logro con gratitud eterna y amor profundo.

***Solís Hernández Javier Enrique***

Dedico mi tesis a Dios.

A mi madre, Padre y hermanos por su apoyo y guía en cada etapa.

A mi amiga Carol Garcia que me animo en Terminar la tesis como se debe

## **Agradecimiento**

***Bermeo Reyes Kelvin David***

A Dios, fuente de mi fortaleza y sabiduría, quien iluminó mi camino en los momentos de dificultad y me llenó de esperanza para alcanzar este logro. Su presencia ha sido mi mayor consuelo y guía en todo este trayecto.

A mis padres, por su amor incondicional, sus consejos llenos de sabiduría y su constante apoyo. Gracias por ser mi ejemplo de dedicación y esfuerzo, y por enseñarme a nunca rendirme ante los desafíos.

A mis hermanos, por su compañía, aliento y confianza en mí. Su apoyo constante ha sido fundamental para que nunca me detuviera en mi búsqueda de metas y sueños.

A mis familiares, quienes, con su afecto, palabras de ánimo y respaldo, me dieron la motivación necesaria para superar cada obstáculo y celebrar cada pequeño triunfo.

A cada uno de ustedes, mi gratitud infinita por ser mi pilar y mi inspiración en este camino profesional. Este logro es también de ustedes.

.....

***Solís Hernández Javier Enrique.***

A Dios por darme fuerza y sabiduría.

A mi familia por sus ánimos y amor

Incondicional.

A todas las personas que han puesto empeño y dedicación para que pueda terminar mis estudios como se debe

## Índice de Contenidos

Certificación del Tutor .....	iii
Declaración del Tribunal Evaluador.....	iv
Declaración de Autoría de Tesis .....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Índice de Contenidos.....	viii
Índice de Tablas.....	xiii
Índice de Gráficos e Ilustraciones.....	xiv
Resumen .....	xv
Abstract.....	xvi
CAPÍTULO I .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1    Introducción.....	1
1.2    Presentación del tema.....	2
1.3    Ubicación y Contextualización de la Problemática.....	3
1.4    Planteamiento de problema .....	4
1.4.1    Problematización.....	5
1.4.2    Génesis del problema .....	6
1.4.3    Estado actual del problema.....	6
1.5    Diagrama causa – efecto del problema.....	7
1.6    Objetivos.....	9
1.6.1    Objetivo General .....	9
1.6.2    Objetivos específicos.....	9
1.7    Justificación.....	10
1.8    Impactos esperados .....	11



1.8.1	Impacto tecnológico.....	12
1.8.2	Impacto social.....	12
1.8.3	Impacto ecológico.....	13
2	CAPÍTULO II.....	14
	MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACION.....	14
2.1	Antecedentes históricos.....	14
2.1.1	Bases Legales.....	16
2.1.2	Antecedentes De Investigaciones Relacionadas.....	17
2.2	Antecedentes de investigaciones relacionadas al tema presentado...19	
2.3	Definiciones conceptuales.....	20
2.3.1	Sensor MQ135.....	21
2.3.2	ESPWROOM-32.....	23
2.3.3	Raspberry Pi 3B+.....	25
2.3.4	Comunicación Inalámbrica.....	28
2.3.5	Aplicaciones de Detección de Humo.....	30
2.3.6	Metodología De Desarrollo Del Software.....	30
2.4	Conclusiones relacionadas al marco teórico en referencia al tema planteado.....	34
3	CAPÍTULO III.....	36
	MARCO INVESTIGATIVO.....	36
3.1	Introducción.....	36
3.2	Tipo de investigación.....	40
3.3	Método(s) de investigación.....	41
3.4	Fuentes de información de datos.....	42
3.4.1	Encuesta.....	43
3.4.2	Entrevista.....	43

3.4.3	Observación / Otras .....	43
3.5	Fuentes de información de datos .....	46
3.5.1	Fuentes primarias-.....	47
3.6	Mecanismos para la recolección de datos.....	47
3.7	Presentación y análisis de los resultados.....	48
3.7.1	Presentación y descripción de los resultados obtenidos.....	48
3.7.2	Entrevista.....	52
4	CAPÍTULO IV .....	55
	MARCO PROPOSITIVO .....	55
4.1	Introducción.....	55
4.2	Descripción de la propuesta.....	56
4.3	Determinación de recursos. ....	57
4.3.1	Humanos.....	57
4.3.2	Tecnológicos.....	58
4.3.3	Económicos (presupuesto).....	59
4.4	Etapas de acción para el desarrollo de la Propuesta (SOFTWARE) ..	60
4.4.1	Características y especificaciones técnicas del sensor MQ135 ..	61
4.4.2	Dispositivos de hardware involucrados.....	63
4.4.3	ESPWROOM-32 y sus capacidades .....	63
4.4.4	Raspberry Pi 3 y su integración inalámbrica con ESPWROOM-32	65
4.4.5	Conexión física del sensor MQ135 a ESPWROOM-32.....	66
4.4.6	Descripción de los pines y conexiones necesarias .....	67
4.4.7	Programación del ESPWROOM-32 para la lectura de datos del sensor MQ135 .....	68
4.4.8	Desarrollo del código para la lectura y procesamiento de datos ..	70

4.4.9	Integración inalámbrica con Raspberry Pi 3.....	70
4.4.9.1	Protocolos de comunicación utilizados.....	71
4.4.9.2	Configuración de la conexión Wi-Fi.....	72
4.4.10	Envío de alertas por correo electrónico.....	72
4.4.10.1	Configuración de correo en Raspberry Pi.....	72
4.4.10.2	Configuración de los servidores de correo .....	73
4.4.10.3	Desarrollo del código para el envío de correos.....	74
4.4.11	Envío de alertas por mensajería.....	75
4.4.11.1	Integración de APIs de mensajería como Telegram y WhatsApp	76
4.4.11.2	Desarrollo del código para el envío de mensajes.....	76
5	CAPÍTULO V.....	78
	EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	78
5.1	Introducción.....	79
5.2	Presentación y monitoreo de resultados.....	79
5.3	Interpretación objetiva.....	81
5.3.1	Mantenimiento y Pruebas Regulares.....	82
5.3.2	Capacitación del Personal.....	82
5.3.3	Actualización de Sistemas.....	82
5.3.4	Cumplimiento Normativo.....	82
	CAPÍTULO VI .....	83
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
	Conclusiones .....	83
	Recomendaciones .....	84
	Bibliografía (artículos, libros).....	85
	Anexos.....	87

Glosario .....	88
----------------	----

## Índice de Tablas

Tabla 1 <i>comparativa de las metodologías</i> .....	33
Tabla 2 <i>comparativa de las fuentes de información</i> .....	44
Tabla 3 <i>Entrevista realizada al docente universitario</i> .....	52
Tabla 4 <i>Recursos Humanos</i> .....	57
Tabla 5 <i>Equipos inteligentes</i> .....	58
Tabla 6 <i>Presupuesto por recursos tecnológicos de instalación y equipos inteligentes</i> .....	59

## Índice de Gráficos e Ilustraciones

Ilustración 1 <i>Geolocalización de proyecto en el sitio</i> .....	4
Ilustración 2 <i>Diagrama de causa - efecto</i> .....	8
Ilustración 3 <i>NFPA 72</i> .....	17
Ilustración 4 <i>Sensor MQ135</i> .....	23
Ilustración 5 <i>Esp32 Esp-Wroom-32</i> .....	25
Ilustración 6 <i>Raspberry Pi 3 Model b+</i> .....	27
Ilustración 7 <i>Comunicaciones Inalámbricas</i> .....	29
Ilustración 8 <i>Metodología Scrum</i> .....	32
Ilustración 9 <i>Metodología Cascada</i> .....	33
Ilustración 10 <i>Nombre del Aula</i> .....	49
Ilustración 11 <i>Interior del Aula de Práctica 104</i> .....	49
Ilustración 12 <i>Mesa de prácticas y los casilleros de estudiantes</i> .....	50
Ilustración 13 <i>Armarios donde se guardan los equipos</i> .....	50
Ilustración 14 <i>Aula de Práctica 104 cuando están en clases prácticas</i> .....	51
Ilustración 15 <i>Aula Práctica 104 ejemplos de prácticas en la pared</i> .....	52
Ilustración 16 <i>Sensor MQ135</i> .....	62
Ilustración 17 <i>Tarjeta ESP32</i> .....	64
Ilustración 18 <i>Raspberry Pi 3B+</i> .....	65
Ilustración 19 <i>Código de calidad del aire</i> .....	68
Ilustración 20 <i>Código de calidad del aire parte final</i> .....	69
Ilustración 21 <i>Código de configuración del correo electrónico</i> .....	73
Ilustración 22 <i>Código de para el envío de mensajes</i> .....	77
Ilustración 23 <i>Resultado de laboratorio propuesto</i> .....	81

## Resumen

Se ha desarrollado e implementado un sistema de alerta y detección de humo denominado ALERTFIRE, destinado a ser utilizado en el aula de prácticas de electrónica y digitales de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM). El objetivo principal fue establecer un sistema que garantice la seguridad mediante la identificación temprana de humo y gases nocivos, adaptado a las características específicas del aula de prácticas.

Esta metodología permitió una implementación estructurada y controlada del sistema de detección de humo ALERTFIRE, asegurando que el aula de prácticas de la ULEAM cumpla con altos estándares de seguridad y esté preparada para responder eficazmente ante situaciones de emergencia.

El estudio ha demostrado que el sistema ALERTFIRE cumple con los estándares de la normativa NFPA 72, asegurando altos niveles de seguridad en el aula de prácticas. Las pruebas controladas han validado la eficiencia del sistema en la emisión de alertas tempranas, contribuyendo a una respuesta rápida ante situaciones de emergencia.

Palabras clave:

Detección de Humo, Sensor MQ135, Tarjeta ESP32, Normativa NFPA 72

## **Abstract**

In this study, a smoke detection and alert system named ALERTFIRE was developed and implemented for use in the electronics and digital practice room of the Faculty of Life Sciences and Technologies at Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM). The main objective was to establish a system that ensures safety through the early identification of smoke and harmful gases, tailored to the specific characteristics of the practice room.

The methodology applied in this study included several key stages to ensure the effective and efficient implementation of the ALERTFIRE smoke detection system in the electronics and digital practice room at ULEAM.

The study has demonstrated that the ALERTFIRE system complies with NFPA 72 standards, ensuring high levels of safety in the practice room. Controlled tests have validated the system's efficiency in issuing early alerts, contributing to a rapid response to emergency situations.

Keywords:

Smoke Detection, MQ135 Sensor, ESP32 Board, NFPA 72 Standard



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Introducción

El incendio es un fenómeno devastador y un peligro latente en cualquier lugar, siendo afectados por él la mayoría de los habitantes de una u otra forma. En su mayoría, estos incendios pueden ser minimizados o controlados si se logra detectarlos y actuar en forma oportuna. Sin duda, la detección temprana de cualquier incendio es el mejor método de control y minimización del peligro. Las zonas más propensas a incendios electro-técnicos en una entidad de educación superior son aquellas que contienen sistemas eléctricos, electrónicos y de tecnología de la información y la comunicación. Tales áreas podrían ser laboratorios de física, química y electrónica, aulas de prácticas, salas tecnológicas, datacenter, gimnasio, biblioteca o museo cultural.

En la universidad cuenta con numerosos laboratorios y la mayoría de ellos funcionan sin ningún tipo de sistema que pueda ayudar a prevenir algún tipo de accidente dentro de los mismos. Es por esta razón que hemos optado por comenzar la fase inicial de ALERTFIRE<sup>1</sup> en el Aula de Practica Electrónica y digitales de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías (F104), en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información. El F104, más conocido como aula de prácticas de electrónica y digitales de esta titulación, carece de un sistema de detección temprana de humo, así como de cualquier tipo de sistema que pueda ayudar a la evacuación del aula en caso de alguna emergencia (Alvarado et al., 2024).

El sistema ALERTFIRE combina sensores avanzados de detección de humo, un software de monitoreo en tiempo real y un módulo de alertas inmediatas. A través del uso de placas ESP32, conectividad inalámbrica y aplicaciones móviles, se busca garantizar una respuesta ágil y efectiva ante cualquier indicio de humo. Además, en línea con las tendencias del 2024, se

---

<sup>1</sup> Alerta de fuego

integra con redes IoT (Internet de las Cosas) para permitir la interacción con otros sistemas de seguridad del campus.

Este proyecto no solo tiene un enfoque tecnológico, sino también social y educativo. En el año en curso, diversas universidades han adoptado tecnologías similares para proteger a sus comunidades, destacando la importancia de proyectos que vinculen la innovación con la seguridad. ALERTFIRE se alinea con estos esfuerzos, abordando la necesidad de crear entornos de aprendizaje más seguros y promoviendo el uso de la tecnología en beneficio de la sociedad.

## **1.2 Presentación del tema**

En la actualidad, la seguridad de las personas, especialmente aquellas que por diversas circunstancias se encuentran inmersas en aglomeraciones humanas, es un tema de suma importancia en la sociedad. Es por ello que ha tomado gran relevancia el hacer uso de medios o sistemas de detección y alerta de áreas de riesgo, tomando como base algunos fenómenos comunes a estos sistemas, como la detección de incendios por medio del humo y alarmas visuales y sonoras para alertar a las personas. Es importante que estos sistemas sean tan confiables en su funcionamiento que sus usuarios tengan la seguridad de que estos sistemas actuarán en el momento conveniente, dando el tiempo de reacción necesario que evite accidentes o incidentes graves. Por otro lado, estos deben ser lo más económicos posible y autónomos, sin la necesidad de acción de algún recurso humano. La legislación sobre incendios en instalaciones industriales establece que el titular de la industria debe instalar un dispositivo de alarma con el fin de tomar las medidas necesarias en caso de incendio lo antes posible. La función del sistema de detección y acción temprana de fuego tiene como propósito importante evitar o paliar efectos nocivos debidos al fuego, que son la pérdida de vidas humanas, la desaparición de patrimonio, ocasionar trastornos a la normal realización de las actividades que se desarrollan en la instalación y afectar al normal desarrollo de la economía de nuestra sociedad.

“SISTEMA DE ALERTA Y DETECCIÓN HUMO ALERTFIRE APLICADO AL AULA DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA Y DIGITALES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS DE LA ULEAM DE MANTA”.

### **1.3 Ubicación y Contextualización de la Problemática**

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) es una entidad de educación superior predominantemente técnica. La formación de capacidades técnicas, tecnológicas, científicas y humanistas impregna en los estudiantes aspectos necesarios para asumir con visionaria previsión los desafíos de la sociedad. En el ámbito académico, la Universidad cuenta con profesionales con maestrías, profesores titulares y asistentes. Un porcentaje significativo de la planta académica posee maestrías y un porcentaje entre ellos posee el título de Ph.D.

La Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías muestra una tendencia preocupante en cuanto a los incendios y emergencias ocurridas en sus aulas de prácticas, tanto por la pérdida parcial o total del equipo e insumos tecnológicos como por la afectación a la integridad física de los estudiantes. Las bases de datos generadas de estas situaciones en la Universidad de los recientes cuatro años muestran datos algo contrastantes, debido a que el equipo y materia prima para la práctica de la carrera de gastronomía ya no son objeto de emergencias en su totalidad, mientras que, en las áreas de laboratorios de electrónica y digitales, tal vez por la naturaleza y normatividad interna de la Facultad, el número de emergencias no se ha logrado minimizar y regular satisfactoriamente.

La problemática del proyecto se da en entorno al aula de prácticas y manejo de equipos electrónicos 104 ubicado en la primera planta del complejo de la facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías

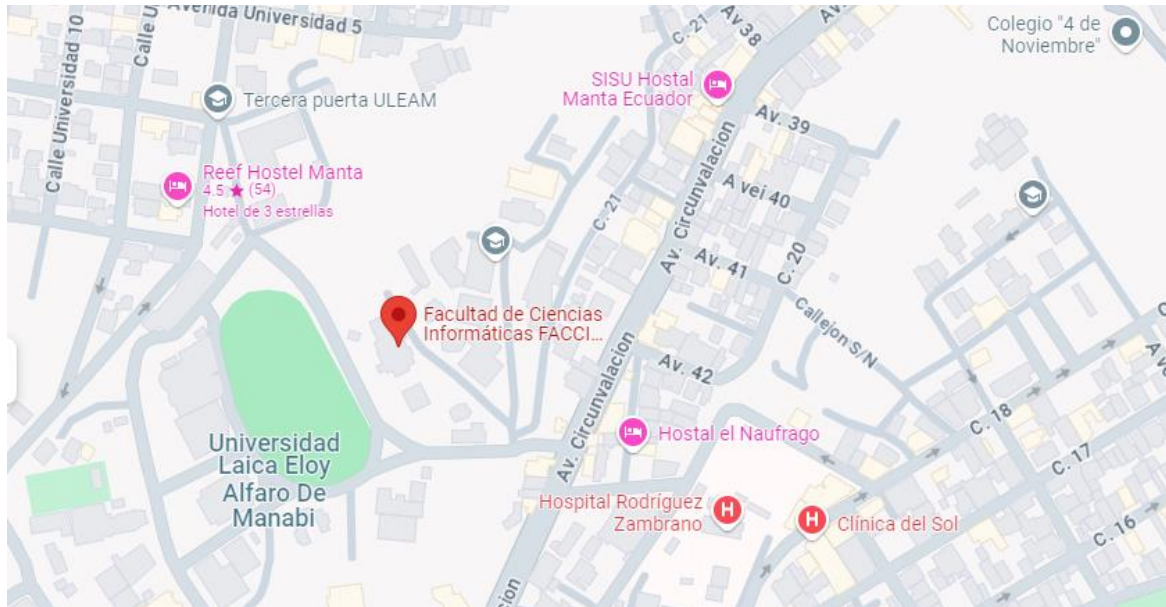
Complementando con lo anterior, se enfatiza en la zona central del aula de prácticas en donde debe de reflejarse el equipo fijo de detección de humo, en un área que abarque todo alrededor para un mejor desempeño.

Un punto clave en la determinación del proyecto es que toca enfatizar que como se maneja más herramientas tecnológicas por parte de docentes y estudiantes en todo un transcurso del día como prácticas, impartición de clases, revisiones de proyectos, exposiciones y más, es por ende que se resalta en que cualquier momento pudiera llegar a pasar un brevedad o incidente que requiera

de respuestas rápidas y avisos al entorno de que una situación se está manejando alrededor, por eso el detector de humo que pueda avisarnos.

## Ilustración 1

### Geolocalización de proyecto en el sitio



Fuente: Tomado de (Google maps, 2024)

## 1.4 Planteamiento de problema

En la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manta, se encuentra la Carrera de Tecnologías de la Información. Precisamente, la asignatura de sistemas digitales se lleva a cabo en un ambiente de innovación e impacto social denominado el Aula de Experimentos Electrónicos, donde se busca que los estudiantes pasen de la teoría de las aulas a la práctica en el “laboratorio” del aula y luego a la innovación del contexto. En esta área se lleva a cabo la implementación y simulación para poder visualizar conceptos, conocer herramientas o repasar problemas por medio de guías de laboratorio o ejercicios “qué hacer si...”. Los sistemas de alerta y protección contra incendios existentes con los que cuenta una institución no tienen la capacidad de avisar a los equipos de trabajo o a los estudiantes en

caso de producirse un percance, el cual comúnmente se da de manera improvisada.

Hoy, la mayoría de los estudiantes y profesionales de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías realizamos el paso de “Publicaciones Académicas” para a) Teoría, “Publicaciones Académicas” para b) Práctica, pero aún no podemos realizar en principio el paso a la Innovación del Contexto. Este avance va a permitir reducir los equipos incendiados en los estudiantes a causa de los errores en sus prácticas, donde se utilizan elementos eléctricos en estado sólido.

En las aulas de prácticas de electrónica y digitales, como las de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), se manipulan equipos y dispositivos que trabajan con corriente eléctrica y componentes susceptibles a fallas, lo que incrementa el riesgo de incidentes como cortocircuitos y la generación de humo por sobrecalentamiento. La ausencia de un sistema de detección y alerta oportuna puede poner en peligro la seguridad de los estudiantes, docentes y el equipamiento especializado.

#### **1.4.1 Problematicación**

Actualmente, el aula de prácticas de la ULEAM carece de un sistema eficiente que permita detectar de forma inmediata señales de peligro como humo, lo que expone al personal y al equipamiento a riesgos significativos. Este vacío evidencia una necesidad imperiosa de integrar un sistema como ALERTFIRE, que combine tecnologías modernas y una interfaz sencilla para advertir a tiempo sobre eventos críticos. Tal implementación no solo aumentaría la seguridad, sino que también mejoraría las condiciones para el desarrollo académico y técnico de los estudiantes.

En resumen, la ausencia de mecanismos tecnológicos para la detección de humo en aulas de electrónica representa un problema serio que debe abordarse con soluciones innovadoras y basadas en evidencia científica, priorizando la seguridad y el bienestar de los involucrados.

#### **1.4.2 Génesis del problema**

La falta de un sistema de detección de humo eficiente en el aula de prácticas de la ULEAM expone a los estudiantes y al equipamiento a riesgos significativos, ya que no se cuenta con una herramienta para identificar de manera temprana señales de peligro, como la presencia de humo o altas temperaturas. Esta carencia limita la capacidad de respuesta ante posibles emergencias, lo que resalta la necesidad de implementar un sistema integral de alerta, como el ALERTFIRE, que garantice la seguridad y protección de personas y recursos en entornos educativos tecnológicos.

#### **1.4.3 Estado actual del problema**

El aula de prácticas de la ULEAM, desde su diseño inicial, no cuenta con un sistema de detección de humo, lo que representa un riesgo considerable tanto para los estudiantes como para el personal docente y el equipamiento tecnológico. No hay un mecanismo que permita detectar de manera temprana la presencia de humo o temperaturas elevadas, lo que podría evitar situaciones de emergencia graves, como incendios. Esta ausencia de un sistema de alerta compromete la seguridad de todos los involucrados y dificulta una respuesta rápida ante posibles contingencias. Frente a esta situación, se ha reconocido la necesidad urgente de implementar un sistema de detección de humo, como el ALERTFIRE, que ofrezca una alerta inmediata en caso de emergencia, asegurando así la protección de las personas y la conservación del equipamiento. La instalación de este sistema mejoraría significativamente las condiciones de seguridad y proporcionaría un entorno más seguro y controlado para las actividades académicas y prácticas tecnológicas.

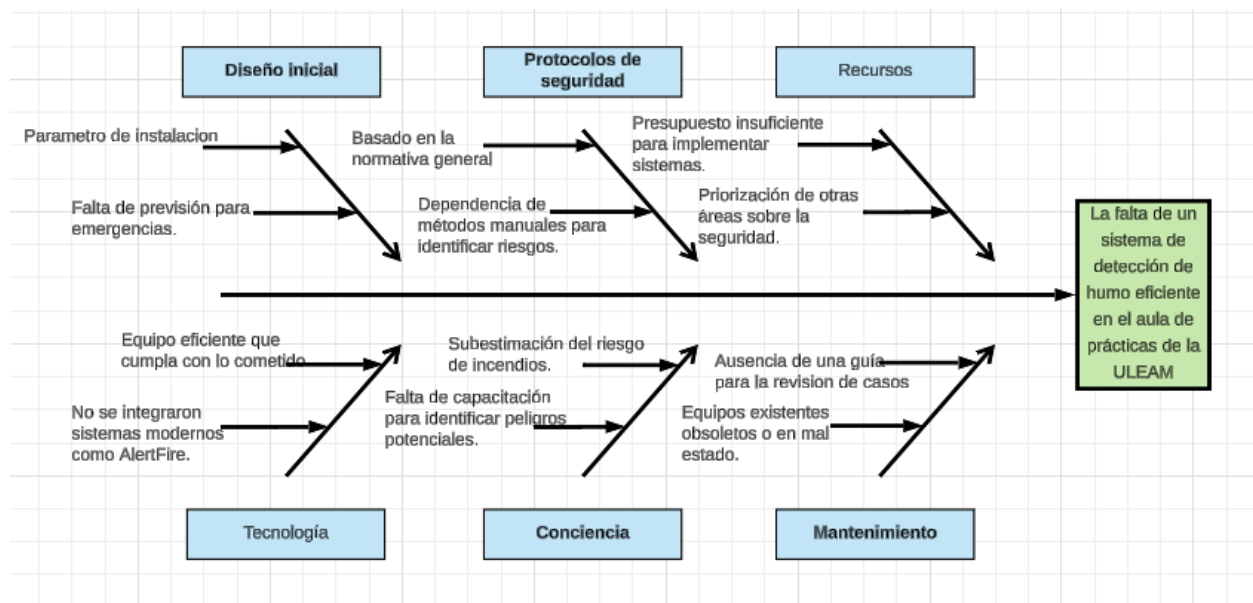
## **1.5 Diagrama causa – efecto del problema**

En la actualidad, la carrera de Tecnologías de la Información de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de Manta en el aula de prácticas cuenta con algunos equipos digitales de diversa índole; siendo la necesidad de prácticas cada vez más especializadas y el uso de los diversos dispositivos digitales la motivación para el desarrollo del trabajo de titulación aplicado en el diseño y construcción de un sistema de alerta y detección de humo en el aula de prácticas de digitales y electrónica, trabajo que además se aplicará como caso ejemplar a los demás laboratorios de la Facultad.

Administradores de base de datos es aquel que administra las funciones que se realizan en torno a las peticiones de los usuarios autorizados a la base de datos, autoriza a los usuarios, define los campos y gestiona la seguridad de los datos, gestiona las copias de seguridad de datos, recursos y programas informáticos. Usuarios de los sistemas, estas personas tendrán acceso a todos los sistemas y aplicativos informáticos que maneje el administrador. Una manera muy sencilla de dejar claro los aspectos negativos y positivos generadores del problema es mediante la creación de un diagrama llamado de "causa y efecto". Una causa típica puede dar origen a distintas alternativas de solución, de manera similar una actividad puede ser causante de más de un problema. Un diagrama de "causa y efecto" corresponde a una gráfica específica de histograma con orientación invertida, a la que se llamó diagrama de "Causa y efecto", en la que los datos de frecuencia se transforman en causas posibles de los problemas.

## Ilustración 2

### Diagrama de causa - efecto



En base al diagrama se detalla unas causas principales lo que conlleva su terminología de falta de un sistema.

#### Diseño inicial

- o Parámetro inicial
- o Falta de previsión para emergencias.

#### Protocolos de seguridad

- o Basado en la normativa general
- o Dependencia de métodos manuales para identificar riesgos.

#### Recursos

- o Presupuesto insuficiente para implementar sistemas.
- o Priorización de otras áreas sobre la seguridad.

#### Tecnología

- o Equipo eficiente que cumpla con lo cometido
- o Limitado conocimiento sobre opciones disponibles.



## **Conciencia**

- o Subestimación del riesgo de incendios.
- o Falta de capacitación para identificar peligros potenciales.

## **Mantenimiento**

- o Ausencia de una guía para la revisión de casos
- o Equipos existentes obsoletos o en mal estado.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo General**

Establecer un sistema de alerta y detección de humo ALERTFIRE en el aula de prácticas de electrónica y digitales de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM)

### **1.6.2 Objetivos específicos**

- Definir un sistema de detección de humo ALERTFIRE adaptado a las características específicas del aula de prácticas de electrónica y digitales de la ULEAM, tomando en cuenta el tipo de dispositivos y equipos electrónicos utilizados, así como los riesgos inherentes a la manipulación de corriente eléctrica.
- Mostrar los sensores de detección de humo y componentes necesarios para la correcta operación del sistema de alerta, asegurando su ubicación estratégica en áreas críticas del aula de prácticas para maximizar su efectividad en la identificación de posibles peligros.
- Sugerir pruebas de funcionamiento de manera controlada del sistema de detección de humo, simulando diversas situaciones de emergencia, como cortocircuitos y sobrecalentamiento de equipos electrónicos, para validar la eficiencia y la precisión del sistema en la emisión de alertas tempranas.

## 1.7 Justificación

De nuestra institución educativa, el desarrollo e innovación productiva con bases tecnológicas para el país. Las innovaciones tecnológicas son importantes, ya que existen diferentes sistemas de detección de humo y alerta de incendio. Existen diferentes tecnologías que permiten la detección temprana del humo, tal es el caso de la utilización de celdas fotoeléctricas, ionización, humos dinámicos, u otras, como en este caso, el análisis sensorial. Los diferentes sistemas han sido desarrollados por instituciones, siendo estos importados y comercializados a precios altos, lo que no ha permitido la implementación en forma masiva en los diferentes sectores de la sociedad por la falta de alcance económico. Ya que en la industria, por ejemplo, los sistemas empleados son a escala masiva y ponderativa a la importancia de la empresa y no de la innovación. En el flora y fauna, utilizar un sistema importado quitaría el sentido de la solución, ya que este requiere un alcance masivo y un monitoreo permanente. De esta manera, el desarrollo e investigación en necesidades de la sociedad son una premisa para el papel de las universidades. Es por esta razón que la creación de prototipos o desarrollo de procesos tendientes a soluciones de problemas adquiere una importancia indiscutible en los programas de estudios de las instituciones de educación superior, razón por la cual esperamos que la presente propuesta obtenga la aceptación dentro de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, área de la Electrónica, para resolver una necesidad y, con ello, estaría demostrando un aporte en la solución de un problema social, concretándose el principio de la autonomía de las funciones.

Desde el ámbito de las Tecnologías de la Información (TI), la implementación de sistemas automatizados de monitoreo y alerta en entornos educativos representa una oportunidad crucial para mejorar la seguridad y la eficiencia operativa. Los avances en sensores inteligentes, sistemas de alerta en tiempo real y plataformas de monitoreo basadas en la nube permiten integrar tecnologías modernas que, además de ser económicamente viables, son escalables y pueden adaptarse a diferentes entornos. En el caso de las aulas de prácticas de electrónica y digitales de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la ULEAM, el sistema de alerta y detección de humo ALERTFIRE

utilizaría dispositivos de sensores IoT (Internet of Things) conectados a una red local o remota para detectar señales de humo, altas temperaturas y otros indicadores de riesgo. Esta infraestructura tecnológica contribuiría a mejorar la respuesta ante emergencias, permitiría la monitorización continua del aula y optimizaría el uso de los recursos informáticos disponibles para gestionar y analizar las alertas de forma eficiente.

Además, el uso de tecnologías emergentes en la detección de humo permite la integración de sistemas de análisis predictivo. Los datos obtenidos por los sensores pueden ser almacenados, procesados y analizados en tiempo real para identificar patrones que podrían predecir riesgos antes de que ocurran, proporcionando una ventaja significativa frente a sistemas tradicionales que solo reaccionan a eventos después de que se han materializado. Esto hace que la investigación en este contexto no solo tenga un valor técnico, sino también una aplicación de alta relevancia en la mejora continua de los procesos educativos y de seguridad.

## **1.8 Impactos esperados**

Apoyar la gestión de los estudiantes y los docentes en el aula de prácticas, teniendo un sistema de alerta y detección de humo efectivo y confiable, evitando la pérdida de material y posibles daños personales en el aula de aprendizaje. Aplicar los conocimientos de la materia de laboratorio de electrónica para desarrollar aplicaciones aplicadas a la educación y protección de equipos que necesiten ser protegidos por un factor de riesgo común a las circunstancias del entorno de la universidad. Recuperar un porcentaje de los materiales necesarios para la creación del sistema detector y alerta de humo, así como la reutilización de los equipos existentes. Como institución educativa, permitir acrecentar su nivel tecnológico al poder implementar y distribuir al resto de espacios, aulas, laboratorios y áreas críticas, un sistema de seguridad física proporcionando un ambiente de confianza y protección a los estudiantes, personal y material educativo. Ayudar a la universidad a poder tener un nuevo resultado científico que integre varios aspectos tecnológicos en un solo producto, en forma de prototipo, aplicando la teoría práctica de adquisición, procesamiento y

almacenamiento de las señales que se necesitan para simular e interceptar el sistema de incendios. Habilitar la posibilidad de incorporar el espacio a las sedes de dispositivos IoT de la facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, valida y realza la vinculación con la colectividad, favoreciendo la formación profesional con un sistema de monitoreo y mantenimiento recurrente.

### **1.8.1 Impacto tecnológico**

El impacto tecnológico de este proyecto radica en la integración de sistemas de detección de humo inteligentes, como ALERTFIRE, en entornos educativos especializados, lo que representa una innovación en la gestión de seguridad en aulas de prácticas. Este enfoque no solo optimiza la protección contra riesgos asociados a equipos electrónicos, sino que también establece un precedente para la incorporación de tecnologías avanzadas en instituciones académicas, promoviendo un modelo replicable que potencia la seguridad y modernización de espacios educativos en la región.

### **1.8.2 Impacto social**

En el contexto social, la implementación de un sistema de alerta y detección de humo en el aula de prácticas de electrónica tiene un impacto directo sobre la seguridad y el bienestar de la comunidad universitaria. La ULEAM, al ser una institución educativa, tiene la responsabilidad de crear un entorno seguro para sus estudiantes y personal, especialmente en áreas de alto riesgo como los laboratorios de electrónica. Los incidentes en estos espacios no solo pueden generar daños materiales, sino que también pueden tener consecuencias irreversibles en términos de salud y seguridad para las personas involucradas.

La seguridad en las aulas de prácticas de electrónica tiene una relevancia social, pues la protección de la vida humana y la preservación de la infraestructura educativa son temas que afectan a la comunidad universitaria en su conjunto. Además, un sistema eficiente de detección de riesgos podría convertirse en un modelo para otras universidades e instituciones educativas, promoviendo una cultura de seguridad en los espacios académicos y

contribuyendo a la prevención de posibles tragedias en entornos educativos de alto riesgo.

### **1.8.3 Impacto ecológico**

La viabilidad práctica del sistema ALERTFIRE está respaldada por el avance tecnológico disponible, como los sensores de humo de bajo costo y fácil instalación, así como plataformas de monitoreo en tiempo real que no requieren una infraestructura costosa. Su implementación en el aula de prácticas de la ULEAM es factible tanto desde el punto de vista técnico como económico, ya que se pueden utilizar tecnologías accesibles para instituciones educativas con presupuestos limitados. Además, el bajo mantenimiento requerido por los sistemas IoT y la posibilidad de integrar notificaciones automáticas a los dispositivos móviles de los responsables de seguridad hacen que el sistema sea práctico, sencillo de implementar y fácil de gestionar.

Este enfoque permite que el sistema no solo sea una solución inmediata, sino también sostenible a largo plazo, proporcionando una seguridad continua sin requerir grandes inversiones adicionales. La investigación, por tanto, presenta un claro potencial para ser puesta en práctica no solo en el aula de prácticas de la ULEAM, sino también en otras instituciones que enfrenten retos similares en cuanto a la seguridad en entornos académicos de alto riesgo.

## 2 CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACION

#### 2.1 Antecedentes históricos

Todo lo que pueda ser mensurado se clasifica como datos. En el sistema de alerta y detección se puede contar con el ambiente donde se despliega el WSN<sup>2</sup> (red de varios dispositivos comunicados entre sí inalámbricamente), equipos Smart y personal con acceso a los datos. La alerta y detección de incendios tiene como fin la identificación y notificación de un fuego presente en el entorno una vez que haya superado los límites de comportamiento establecido por un equipo en dicho entorno. Los datos los podemos clasificar en dos tipos: datos de estado (ambientales, de red de sensores, de personal con acceso) y datos de configuración (topología de la red, límite de alerta configurado por el usuario, equipamiento Smart que provee de sensores y actuadores a la red), manteniendo siempre los tres pilares de seguridad: confidencialidad y disponibilidad, además de la autenticación en la red, así permitir a equipos Smart acceder a ciertos datos y evitar que el caza-nodos inyecte tráfico falso.

Un entorno a su vez se pregona a poseer una topología de la red fija, con un equipo imposibilitado de tener movilidad física (dispositivos fijos). Hay dos tipos de redes inalámbricas: Ad-Hoc, donde cualquier nodo puede comunicarse con dos o más nodos, pero no puede funcionar con otros que no estén en su rango de comunicación sin ayuda de un enrutador. La otra es la de infraestructura, con nodos que no pueden comunicarse con todo el mundo, sino que sus mensajes pasan a través de un punto de acceso o pasarela que se comunica con otros nodos.

Desde la antigüedad, los incendios son de los peligros más temidos por el ser humano, por la rapidez media de la propagación y por el pánico que ocasiona. Los romanos crearon los "porteros", nombre con que se designó a los primeros sistemas de alerta, que consistían en una serie de esclavos que

---

<sup>2</sup> Wireless Sensor Networks

sostenían reflectores desde las torres más altas para visualizar los incendios a grandes distancias y alertar a las patrullas. La Revolución Industrial trajo la aparición de los edificios con estructuras metálicas y la masificación de la energía eléctrica, que originó el elevado porcentaje de incendios a través de cortocircuitos debido a las deficiencias de las instalaciones (Lorenzetti, 2021). Si bien es cierto que existen registros de alertas tempranas creadas para diferentes fines, como la Red de Semáforos, que databa del siglo XIX y cientos de ejemplos más, a pesar de que en ese entonces la tecnología era menor al compararse a la actual, cabe destacar el nivel de ingenio al utilizar las herramientas disponibles para sus intereses (Rios Trujillo, 2024).

El Sistema de Alerta y Detección de Humo aporta a la seguridad de las personas en ambientes con presencia de obstáculos, como las aulas de prácticas, empleando un alcance en la alerta y la información a los causantes de dicho peligro, y la disminución del tiempo de evacuación de las personas integrantes de los ambientes. La idea de dar un aporte hacia la sociedad a través de un ambiente más seguro, la experiencia adquirida pasando por situaciones de riesgo vividas en carne propia, fue el motivo principal en el desarrollo del proyecto. El diseño de la solución se utilizó tomando en cuenta el ambiente de trabajo descrito, el cual es conocido y se plantea un entorno controlado, empezando por solucionar los problemas de percepción visual y auditiva.

El proyecto ALERTFIRE, diseñado específicamente para las aulas de prácticas de electrónica de la ULEAM, representa una iniciativa pionera en la región. Este sistema combina sensores avanzados, conectividad mediante placas ESP32 y monitoreo en tiempo real, alineándose con las tendencias globales del Internet de las Cosas (IoT). Estas tecnologías son esenciales para reducir tiempos de respuesta ante emergencias y minimizar riesgos en espacios educativos donde se manipulan equipos electrónicos que generan calor o que son propensos a fallos.

### 2.1.1 Bases Legales

El diseño e implementación del sistema ALERTFIRE debe alinearse con normativas nacionales e internacionales relacionadas con la seguridad en edificios y prevención de incendios. En Ecuador, la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) establece requisitos para sistemas de seguridad contra incendios, incluyendo sensores y alarmas. A nivel internacional, la NFPA<sup>3</sup> 72 (National Fire Alarm and Signaling Code) regula los estándares técnicos para la instalación y mantenimiento de sistemas de detección y alerta de humo.

En torno basado lo establecido se amplía las siguientes terminologías empleadas:

- **Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC):** Regula los estándares mínimos para la instalación de sistemas contra incendios en edificios, especificando requisitos para detectores de humo y alarmas (Macchiavello Almeida, 2023).

**Ley Orgánica de Educación Superior (LOES):** En Ecuador, esta legislación promueve la creación de ambientes seguros en instituciones educativas como un derecho fundamental de los estudiantes y trabajadores (LOES, 2018).

- **Código NFPA 72:** Este estándar global establece lineamientos técnicos para sistemas de detección y señalización de emergencias, incluyendo tiempos de respuesta y protocolos de mantenimiento (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, 2025).

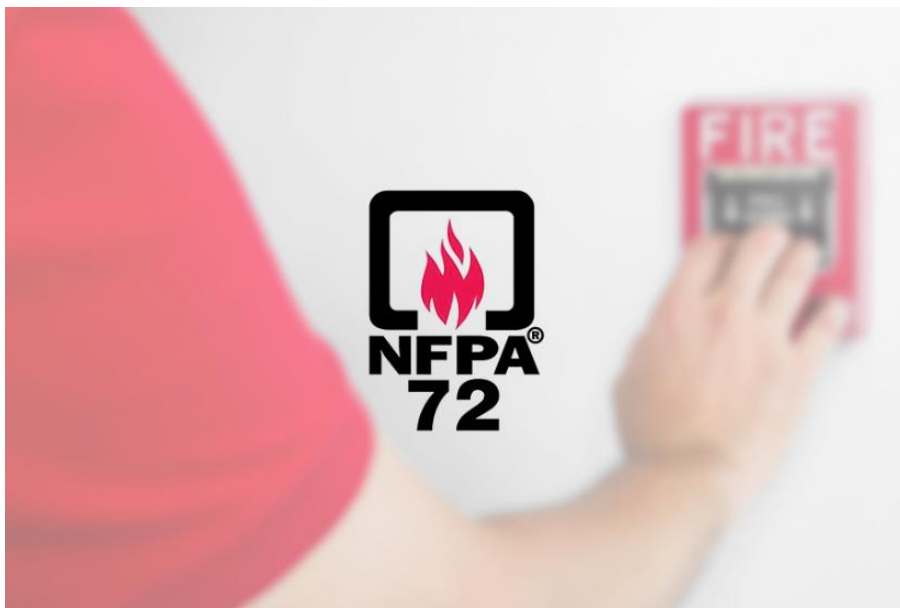
---

<sup>3</sup> NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION



### Ilustración 3

NFPA 72



Fuente: Tomado de (NFPA, 2025)

#### 2.1.2 Antecedentes De Investigaciones Relacionadas

Por medio de la literatura se puede intuir que los denominados sistemas de detección de gases han ido evolucionando. No obstante, de igual manera se han ido encareciendo, manteniéndose en tanto un nivel con muchas limitantes para un sinnúmero de casos de estudio, por lo cual continuamente se ven nuevas propuestas de solución. Una de las zonas más prometedoras al notarse la necesidad global y la falta de soluciones parciales es la del Internet de las Cosas, ya que es una rama que está tomando gran auge en varios campos, por ser un conjunto de tecnologías que fomentan el desarrollo de nuevos productos y servicios de forma más rápida y fácil. Siendo los sensores de gas un área en la que IoT puede socializar herramientas, ya que esta tecnología se encarga de crear comunicación entre dispositivos gracias a su integración con servicios en la nube y con aplicaciones móviles. Es así que se presenta una propuesta de sistema basada en IoT, abarcando no solo detección, sino también eficiencia energética y tejido de coordinación, resaltando el uso de un módulo de GPS, un transmisor, un sensor de gas y un sensor IR y de fotones.

Un desarrollo de trascendencia cercana consiste en la realización de un prototipo para monitoreo de calidad en el aire por medio de analizadores de gases inteligentes. Desde entonces, la tecnología y capacidad de hardware con software ha crecido. Debido a esto, su trabajo no contempla uso de conectividad inalámbrica, la cual se implementa en este estudio. De la misma forma, el incremento de eficiencia energética en módulos de cómputo contribuye para no interferir en el funcionamiento de otros dispositivos, cancelando o afectando su funcionamiento. En este punto se contextualiza el actual escenario, siendo nuevamente una propuesta reciente; no obstante, es lo más cercano que encontramos en nuestras necesidades como solución particular que abarque una o varias aplicaciones.

### **Sistemas de Detección de Humo Basados en Tecnología de Sensores**

Se describe el desarrollo de un algoritmo de autoaprendizaje supervisado que permite detectar la emisión de gases tóxicos producidos por la aparición de humo y detectar posible fuego. Esta información puede ser utilizada para sistemas de seguridad o dispositivos domóticos. Los datos son adquiridos a través de un microcontrolador conectado a una base de datos que almacena esta información y será utilizada para su procesamiento y análisis. El microcontrolador se conecta a una Raspberry Pi a través de una red inalámbrica; de este modo, la información que procesa el algoritmo puede ser enviada de forma inalámbrica del microcontrolador a la Raspberry y de esta forma puede ser consultada desde cualquier parte del mundo.

El sensor de gas utilizado puede medir con bastante precisión mezclas de gases que contienen amoníaco, óxidos de nitrógeno, alcohol, benceno, dióxido de carbono, dióxido de azufre y fumaroles. El sensor de gas tiene un resistor que se comporta como un calefactor, pasando por él una corriente continua durante un minuto. Después de un periodo de amortiguación, el sensor mide la resistencia cuando la exposición es admisible: la concentración de gas que el sensor puede detectar de un modo lineal depende de cada gas, pero es distinto

para diferentes gases. Jamás utilices un sensor de este tipo para medir un solo gas.

## **Aplicaciones de Comunicación Inalámbrica en Sistemas de Seguridad**

Inalámbricas Las aplicaciones dedicadas al mercado de seguridad son las que más han impulsado el desarrollo de tecnologías de comunicación inalámbrica. Las redes privadas de comunicación que se infiltran en las añejas instalaciones en las que no se había permitido desplegar cableado, abren mercados e impulsan el desarrollo de una nueva tecnología, de nuevas formas de distribuir el tráfico y de moteado, y de nuevos retos asociados al rendimiento, tanto relativo a la latencia y la tasa de pérdida de paquetes, como en lo concerniente a la fiabilidad y al coste de utilización. El control de la seguridad es fundamental, al igual que el control y la rapidez de actuación en caso de anomalías detectadas. La mayoría de las aplicaciones del hogar requieren un sistema de seguridad y alarma inteligente, duradero, seguro, cómodo y expandible que pueda extenderse e interconectarse fácilmente con nuevas soluciones y tecnologías. Se requiere apoyo de los sistemas técnicos, robustez y expansibilidad, análisis inteligente en caso de emergencia y coordinación de las unidades de seguridad y respuesta. El sustrato para todas estas funciones es la infraestructura de comunicación inalámbrica que, en muchos casos, puede mejorar el rendimiento y la eficiencia del coste de unidades separadas, y puede abrir nuevos servicios al usuario final.

## **2.2 Antecedentes de investigaciones relacionadas al tema presentado**

Zamora y Ureña llevaron a cabo la implementación de Sistemas de Comunicación Digital (CDS) tanto en la biblioteca como en el aula, respectivamente, en la Universidad Técnica de Machala (UTMACH). Esta iniciativa fue posible gracias a las donaciones de equipos informáticos facilitadas por el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes. En paralelo, Ureña hizo uso

de un equipo denominado Switch for Educación, el cual fue obtenido a través de un proyecto específico, igualmente aplicado en la universidad para dotar a las aulas de un equipamiento que se adapte a las necesidades de cada cátedra.

Por su parte, Salas y Rea desarrollaron un sistema de tecnologías inalámbricas que incorpora antenas receptoras y emisoras, con el objetivo de evaluar la seguridad en el aula y activar señales auditivas en situaciones de intrusión, lo que se relaciona con el módulo de domótica implementado en la UTE. Cada aula del sector estudiantil fue dotada con un proyector, gestionado desde un servidor externo que permite el acceso a una base de datos, la cual controla de manera independiente el acceso a cada aula y facilita la creación de aulas virtuales para la distribución de videos, cuestionarios y presentaciones vinculadas al proceso de aprendizaje.

Con tecnología similar, se desarrolló un sistema de teleenseñanza mediante un robot, dirigido a infantes de entre 9 y 15 años, utilizando materiales de estudio digitales que incorporan audio, video e interactividad. Además, se han llevado a cabo investigaciones que exploran el uso de la robótica educativa para la creación de aulas virtuales y la producción de energía. Diversos investigadores han implementado sistemas que definen aulas equipadas con tecnología inalámbrica y sistemas de teleenseñanza; sin embargo, las problemáticas que abordan difieren de las que se tratan en nuestra investigación. La utilización de estos sistemas ha sido fundamental, ya que nos ha permitido seleccionar la tecnología inalámbrica más adecuada para nuestro estudio.

### **2.3 Definiciones conceptuales**

Seguridad: Es un conjunto de normas de uso común en una entidad o lugar, que tienen la finalidad de advertir a las personas acerca de los riesgos y peligros existentes y de las actitudes básicas que deben tener para prevenir accidentes de diferente índole. Riesgo: La probabilidad de ocurrencia de un evento, con causa, severidad, frecuencia y en tiempo determinado, que puede causar daños en bienes y la salud de las personas. Sistema: Es un constructo o

concepto que forma una unidad nueva; por lo tanto, tiene como base en la teoría de sistemas, la cibernética y la teoría general de sistemas. Alerta: Un sistema de alerta temprana de incendios es un conjunto de elementos y procedimientos comunes para recolectar, analizar e investigar información sobre la ocurrencia de incendios y para advertir a las comunidades y autoridades sobre el peligro inminente. Algunos sistemas de alerta temprana tienen por objetivo alertar, antes de la presencia de una llama, sobre las condiciones meteorológicas peligrosas, como fuertes vientos, temperaturas extremas y baja humedad relativa del aire que harían más probable la ocurrencia de incendios; serían ejemplos las alertas tempranas de la peligrosidad de incendios forestales. Otros sistemas de alerta temprana se centran en las mediciones de sensores de humo y calor dentro y en torno a áreas sensibles, como hogares, edificios comerciales o fábricas; son ampliamente utilizados en los países de altos ingresos donde no es común que viviendas y edificios de múltiples residencias sean de autoconstrucción.

### **2.3.1 Sensor MQ135**

El principio del funcionamiento del sensor MQ135 utiliza un óxido metálico, plomo con nanopartículas de óxido de zinc como base y catalizador de gases. El sensor contiene un calentador que se mantiene encendido hasta que llega a un punto estable previamente programado por el fabricante. Posteriormente, el sensor mide la resistencia en estado estable y a una concentración estable de gas. La reacción del óxido de zinc y las partículas de plomo con el gas que se quiere detectar se da por medio de adsorción y su desorción a temperatura ambiente.

Se propone un modelo matemático que relaciona la concentración del gas con la resistencia del sensor; dicho modelo es lineal y su salida es descrita por la ecuación  $V_{gas} = A + BZ$ , donde:  $V_{gas}$  = análisis de voltaje: la salida que da el sensor.  $Z$  = concentración de gas: la cantidad de gas.  $A, B$  = constantes de corrección que representan las características del sensor. El sensor MQ135 fue diseñado específicamente para evaluar la concentración de amoníaco, ácido de metilbenceno y formaldehído. Un ejemplo claro de este sensor y su aplicación

en la investigación de salud de moléculas de gases en el aliento es que el gas se detecta por el aldehído de fórmula, como el tono de referencia del aliento, que no es representativo del alumno sino de su metabolismo; puede ser la base del estrés oxidativo celular programado.

Corrientes están presentes en el ambiente. Esto significa que, mientras más destructores de iones estén presentes, más corriente fluirá a través. De este modo, con un simple medidor de corriente se logra saber la cantidad de iones en el ambiente; a través de ellos, cuántos gases nefastos se encuentran presentes.

De esta manera, un sensor de calidad de aire es ampliamente utilizado para el consumo en equipos de detección de humo y detección de gases que puede detectar amoníaco, dióxido de carbono, benceno, humo, butano, metano, alcohol, acetileno, hexano, sulfuro de hidrógeno, monóxido de carbono y gas de sonido, debido a la variabilidad de la concentración de gases inflamables o explosivos presentes en un entorno que generan un cambio en la conductancia del óxido de estaño, lo cual es medido por el circuito electrónico del sensor. Sin embargo, lo que en realidad detecta el sensor es la presencia de una concentración de iones en el ambiente, extendido por los gases, y es en realidad el circuito interno de medición el que detecta la concentración de estos iones en un porcentaje del rango de medición que tiene ya implementado, manteniendo los valores divididos por un valor base. Si bien se deja claro el funcionamiento de los sensores de gas con tecnología, no es mapeable la manera en que dan valores específicos del sensor; sin embargo, presentan el diagrama de funcionamiento provisto por la fábrica.

## Ilustración 4

Sensor MQ135

# MQ135 Air Quality Sensor

### Features MQ135

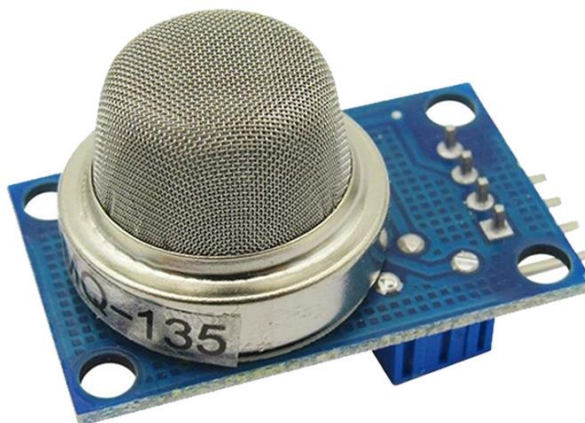
Good sensitivity to harmful gases in a wide range.

It has a long life and low cost.

Possesses high sensitivity to ammonia, benzene, sulfide gases.

It is a simple drive circuit

For More Information Visit:  
[www.Circuits-DIY.com](http://www.Circuits-DIY.com)



Fuente: Tomado de (*MQ135 Air Quality Smoke Gas Sensor Module*, n.d.)

### 2.3.2 ESPWROOM-32

El ESP32 es un módulo Wi-Fi/Bluetooth que está diseñado para aplicaciones industriales y domésticas, resistiendo temperaturas extremas. Este módulo es compatible con el lenguaje de Arduino y es capaz de soportar las interfaces UART, SPI, I<sup>2</sup>C, PWM y de entrada/salida digital. El ESP-WROOM-32 soporta una conexión dual que permite a una aplicación utilizar ambas interfaces conectadas al mismo tiempo. Los pines del ESP32 están diseñados para sistemas antiguos y sistemas de bajo voltaje; gracias a esto, sus pines se nombran como LVTTL y sus mayores niveles de voltaje son automáticamente convertidos a LVTTL. El ESP32 está equipado con un avanzado conversor análogo-digital; este módulo tiene 12 canales ADC y su main clock puede llegar a ser configurado hasta los 16 MSPS. En total, cuenta con 18 pines analógicos, de los cuales solo 15 conectan al ADC, ya que los otros 3 pines tienen otros propósitos.

El ESP32-WROOM-32 está equipado con dos módulos de conversión analógico-digital de 12 bits; estos módulos son capaces de entregar un chorro

de datos a 1 MS/s por canal. Esto es útil para las aplicaciones donde se requiera leer múltiples nodos analógicos simultáneamente. Algunos principios básicos acerca de los pines de los módulos ESP32 son: Voltajes: Hay dos tipos de voltajes en las tarjetas; estos son: VOL/LVTTL: Son los niveles de voltaje que son inferiores a 0.8 V. VOH (salidas)/LVTTL: Es el nivel de voltaje máximo que soporta una salida en un pin del módulo. VIH (entradas)/LVTTL: Es el nivel de voltaje mínimo para que una entrada del recto lea un 1 lógico. Hin: El último nivel de voltaje para las entradas LVTTL, comúnmente estos son inferiores a 0.8 V.

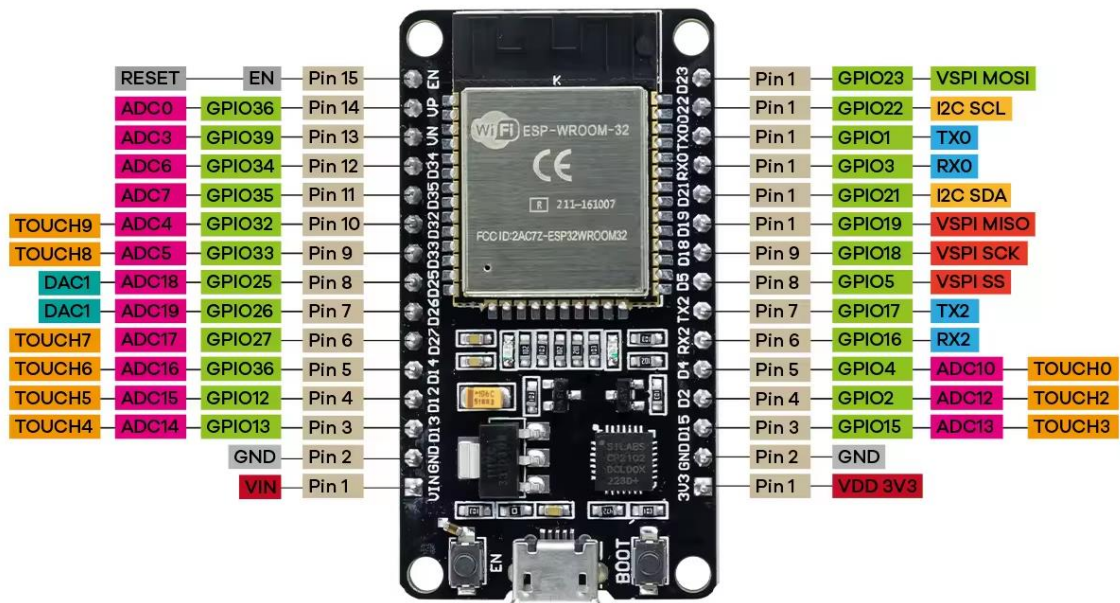
El ESP-WROOM-32 es un microcontrolador que, entre otras cosas, tiene las capacidades de conexión inalámbrica por medio de Wi-Fi o Bluetooth en su versión 4.2. Además, tiene una potente CPU de 32 bits que permite manejar las interrupciones necesarias para enviar los mensajes a través de Internet. Aparte de eso, dentro de sus características más importantes se mencionan las siguientes: Wi-Fi: IEEE 802.11 b/g/n a través de una antena incorporada y también tiene una antena integrada de Wi-Fi PCB. Bluetooth: Clásico y Bluetooth de baja energía en el chip. Interfaz inalámbrica estándar: 802.11 b/g/n/BL/LE. Hardware esclavo SPI con 3 cables de usuario. Hardware esclavo SPI con 2 cables propios. SDIO/SPI para anfitrión flash y RTOS. UART HCI para dispositivos incluidos en el dispositivo de forma predeterminada. L2CAP/canales de cliente de la SPP. A2MP. Seguridad: WPA, WPA2, WEP, AES, CCMP, TKIP para la conexión Wi-Fi. 64 y 128 bits WEP, TKIP, TKIP-RC4, AES para conexiones Bluetooth seguras. Autenticación AES, autenticación de 2 vías, cifrado de datos, RAND con Bluetooth y Wi-Fi. Físico Wi-Fi 802.11 b/g/n 2.4 GHz/FM externo, 32 K cristales kHz para RTC, 32 K cristales kHz para aislado de WDT. Entrada de suministro de transporte separado de 2.9 a 3.6 V. Con cero al rizo/ruido del transmisor. Duradero e inmune a las ESD estándares. GUI de Wi-Fi. Dos puertos SPI esclavos. Cuatro puertos maestros SPI externos.



## Ilustración 5

Esp32 Esp-Wroom-32

# ESP32 ESP-WROOM-32 Development Board



Fuente: Tomado de (*Joystick de Codificación, Controlador de Juego Arcade Conectado a Raspberry Pi 3b +/3b, Kits de Placa Base Individuales - AliExpress 44, n.d.*)

### 2.3.3 Raspberry Pi 3B+

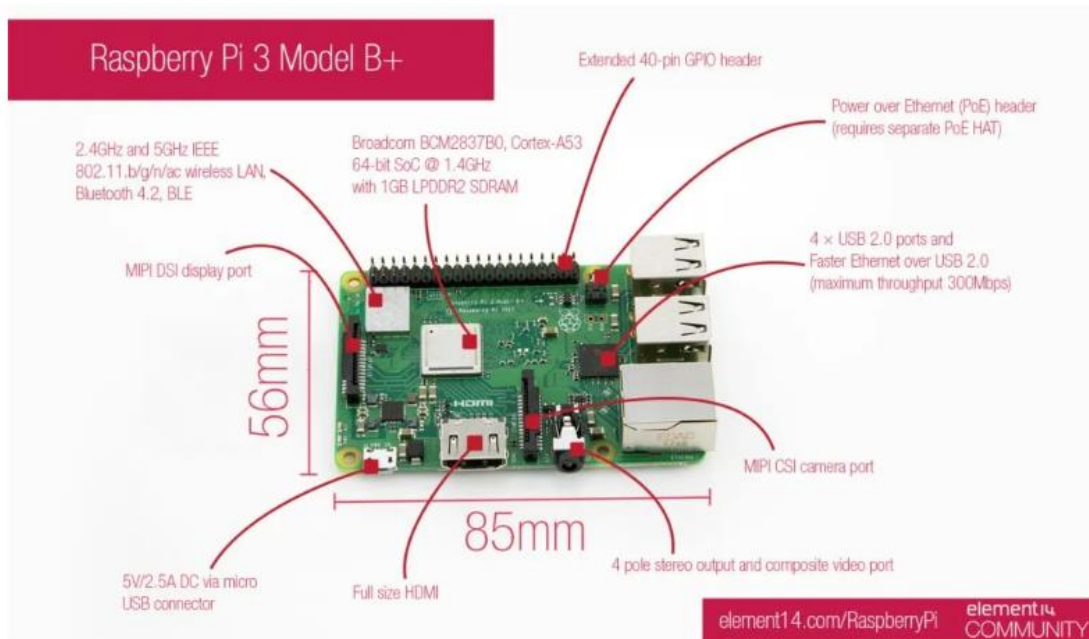
La Raspberry Pi es una serie de ordenadores de placa reducida, o SBC, de bajo coste desarrollada en el Reino Unido, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación y distribuyendo unos 19 dólares estadounidenses. Los programas de computación simples, como la manipulación de otros archivos, leen secuencias almacenadas en la propia tarjeta. En esencia, la Raspberry Pi es un sistema en un solo chip, con la excepción de los controladores de audio y video, utilizando la unidad central de

procesamiento ARM compatible con una de varias versiones del sistema operativo, que incluye el software de código abierto a propósitos especiales.

La Raspberry Pi 3 Model B es la tercera generación de Raspberry Pi. El modelo B es similar al Raspberry Pi 2 modelo B, pero utiliza el multiprocesador Broadcom BCM2837, que contiene un CPU ARMv8 de 64 bits, con cuatro núcleos Cortex-A53 en comparación con los cuatro núcleos Cortex A7 del Raspberry Pi 2 modelo B, con mayor velocidad de reloj. La Raspberry Pi 3 recibe una actualización TTL/DC para generar la alimentación completa del CD, con lo cual ya no es necesario conectar a un proyector o monitor con entrada HDMI. Incorpora un pin para conectar una tarjeta microSD; el controlador inalámbrico Wi-Fi y Bluetooth son integrados, esto evita la tarjeta adicional como para los modelos anteriores. El modelo B tiene una velocidad de reloj de CPU de 1.2 GHz, el doble de la del Pi 2, 1 GB de memoria RAM y es la primera Raspberry Pi con la certificación inalámbrica.

## Ilustración 6

### Raspberry Pi 3 Model B+



Elementos de Raspberry Pi 3 B+ – Cortesía de element14.com

Fuente: Tomado de (*Tema 2 :: Informaticainedicdelahoz*, n.d.)

En la figura se puede observar las características del Raspberry Pi 3 Model B+, quien es el responsable de recibir y publicar los datos en la nube, así como también de controlar a ambos dispositivos móviles.

El Raspberry Pi 3B+ fue la solución seleccionada como el “Centro de Control” del sistema mecatrónico para este proyecto. Sus características principales son:

- Broadcom 64-bit BCM2837B0 de 1.4 GHz
- Procesador Quad-core ARM Cortex-A53 2.4 GHz dual-band
- Soporte LAN inalámbrico, Bluetooth 4.2 y BLE
- Interfaz gigabit Ethernet sobre USB 2.0 (máx. 300 Mbps)
- UART
- 4 puertos USB 2.0
- Universal Serial Bus On-The-Go, así como la capacidad de manejar corriente
- Interfaz de datos visual
- Interfaz de imagen en serie
- Salida multimedia.

Estas características fueron parte fundamental para la selección de este microcontrolador embebido en comenzar la implementación del sistema. El

sistema de control emplea el lenguaje de programación Python en la plataforma Raspbian. Su arquitectura cuenta también con lenguaje JavaScript y PHP.

La función principal de la Raspberry Pi 3B+ es la de recibir los datos provenientes del microcontrolador empleando la función de comunicación; el paso siguiente será el de publicar estos datos a la nube con las siguientes características:

- Ubicación geográfica: El dispositivo localiza mediante GPS el punto donde se encuentra y emite esta información.
- Temperatura: Sensor.
- Humedad relativa: Sensor.
- Concentración de CO<sub>2</sub>: Sensor.
- Concentración de CO: Sensor.
- Oxígeno en aire y concentración de GLP: Sensor.
- Nivel de ruido ambiente: MIC.
- Si se encuentra una cervecería (predefinido). La información será puesta en la nube, facilitando al usuario la visualización de los datos.

#### **2.3.4 Comunicación Inalámbrica**

Iremos a que se trata del IEEE 802.11; MAC IEEE 802.11; 802.11; Frequency Hopping; FHSS; Direct Sequence; DSSS; Infrared; Narrowband; Bluetooth; Zigbee; Topologías; LAN; IBBS; Extended Service Set; BSS; Point Coordinator; Point-Controlled; Wireless; Satellites; Wireless LANs; WLAN; MANET; Mobile Adhoc Networks; IEEE 802.11; UWB; WMASN; sensor; QoS; NLOS; Multipath wireless propagation; WLAN o Wireless Local Area Network - es una LAN inalámbrica, que se puede encontrar en un área pequeña o propagadas entre diferentes ciudades. - Ofrece una adopción rápida en comparación con otras tecnologías, la posibilidad de una adopción instantánea a una red local preestablecida. - No necesitan cableado físico, lo que ayudaría a temas corporativos y la necesidad de instalación de redes informáticas. - Oposición a un cableado físico, permite el movimiento.

#### 2.4.2 Rangos de Comunicación Inalámbrica

Las distancias de transmisión de señales inalámbricas varían según la aplicación y la tecnología inalámbrica específica en uso. Para las tecnologías de ancho de banda más amplio, el alcance teórico y utilizable está entre 200 m y 31 km dependiendo de factores como potencia, frecuencia de radio, interferencia, tipo de antena, etc. Las tecnologías inalámbricas con ancho de banda menos amplio generalmente no brindan una

cobertura más allá de un área particular, como un edificio o colección de unidades de vivienda. 2.4.2 Comunicación Inalámbrica El concepto de red inalámbrica es el mismo que las redes convencionales, excepto que las conexiones físicas, que conectan los modos del modo de enlace de datos, se realizan utilizando ondas de radio, rayos infrarrojos, u otra forma de vinculación inalámbrica. Algunos ejemplos de sistemas de redes inalámbricas son las redes de celdas de teléfono móvil. Estas redes ponen el sistema de teléfono completamente inalámbrico. Estos son híbridos entre la topología en estrella y en bus. Los rangos de comunicación inalámbrica son las propiedades de cuánto puede cubrir la red en función de las necesidades de una red. Se puede determinar el rango que puede alcanzar una red inalámbrica al momento de implementar al realizar el estudio para red inalámbrica. Top 2.3 Rango para WLAN, MANET, sensors e Indoor/Outdoor Networks Límites de potencia según el reglamento. Toda red inalámbrica se limita en cuestiones de potencia de transmisión los reglamentos de cada país.

### **Ilustración 7**

*Comunicaciones Inalámbricas.*



### **2.3.5 Aplicaciones de Detección de Humo**

Existen diferentes aplicaciones en cuanto a la detección de humo, entre las que se encuentran: equipos que utilizan sensores de humo. Son dispositivos tales como alarmas de incendio que utilizan sensores de humo para detectar que haya fuego o una gran cantidad de humo en el ambiente. Si un sensor de estos se encuentra en áreas residenciales y/o en oficinas, sus señales son comúnmente enviadas a un programa central de computadora que permite a los bomberos locales llegar rápidamente al área afectada. Aplicaciones en los sectores comerciales e industriales: un buen ejemplo de un uso particular de un sensor de humo se encuentra en los escenarios de teatro. Las alarmas en los escenarios de teatro son causadas con frecuencia por el hielo seco en lugar de fuego; esto se debe a que el hielo seco es colocado generalmente en la parte superior de los escenarios para efectos atmosféricos. Lo que exige una buena habilidad por parte de los diseñadores e ingenieros para solucionar el problema y evitar las alarmas. Un sistema neblinero es una solución práctica para los problemas de incendios en escenarios y es ampliamente utilizado, especialmente cuando la humedad es baja en áreas que buscan ser inundadas. La aplicación más común es probablemente en el diseño de tuberías de rociadores y sus instalaciones, o de sistemas de extinción de incendios de agua nebulizada. Normalmente, cuando se instalan rociadores o un sistema de agua nebulizada, se reduce a silenciar o apagar la alarma de incendio en el área afectada sin silenciarla en un sistema común en el centro de control.

### **2.3.6 Metodología De Desarrollo Del Software**

La metodología de desarrollo de software aplicada al proyecto “Sistema de alerta y detección de humo ALERTFIRE” se refiere al conjunto estructurado de principios, prácticas y procesos utilizados para planificar, diseñar, desarrollar, probar e implementar el sistema de manera eficiente y efectiva. Dado que este sistema combina hardware (sensores de humo y dispositivos electrónicos) y software (aplicaciones para monitoreo y bases de datos), la metodología seleccionada debe garantizar una integración adecuada de todos los

componentes, un enfoque iterativo para ajustar las funcionalidades en tiempo real y la flexibilidad necesaria para responder a cambios en los requisitos.

Para este proyecto, una metodología óptima debe abordar:

**Análisis y definición clara de requisitos:** Establecer las necesidades del aula de prácticas, como la detección inmediata de humo y alertas en tiempo real.

**Diseño modular y escalable:** Considerar la arquitectura del sistema, integrando sensores, microcontroladores y bases de datos para asegurar el correcto flujo de información.

**Iteración y retroalimentación continua:** Probar y ajustar el sistema en función de pruebas realizadas en entornos controlados dentro del aula.

**Enfoque en la seguridad y fiabilidad:** Priorizar mecanismos que garanticen respuestas rápidas ante emergencias, minimizando falsos positivos.

La selección de la metodología influye directamente en el éxito del proyecto, ya que permite organizar y optimizar las fases de desarrollo, promoviendo entregables funcionales que cumplan con los objetivos de seguridad, eficiencia y usabilidad del sistema.

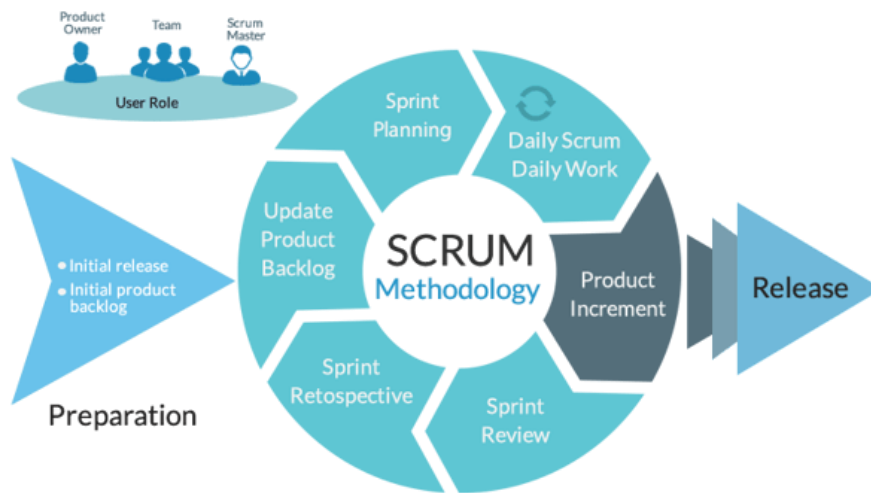
### **EJEMPLO 1: METODOLOGÍA ÁGIL (SCRUM)**

La metodología ágil SCRUM es un marco de trabajo iterativo e incremental que se centra en la colaboración, la adaptabilidad y la entrega continua de valor. Es particularmente adecuada para proyectos como el sistema ALERTFIRE, donde la naturaleza del desarrollo puede requerir ajustes constantes y la integración de tecnologías complejas, como sensores y bases de datos. En SCRUM, el trabajo se divide en ciclos cortos llamados sprints, que suelen durar entre dos y cuatro semanas. Al final de cada sprint, el equipo presenta un incremento funcional del producto, lo que permite obtener retroalimentación temprana y realizar ajustes antes de continuar. Este enfoque fomenta la participación de los interesados, como profesores o coordinadores del aula, asegurando que las funcionalidades críticas, como la detección y alerta en

tiempo real, se desarrollen de manera prioritaria. Además, SCRUM enfatiza la colaboración constante del equipo, reuniones diarias para seguimiento, y la transparencia en el progreso, lo que ayuda a identificar problemas a tiempo y mantener la calidad del producto.

### Ilustración 8

*Metodología Scrum.*



Fuente: Tomado de (Ventajas y Desventajas de La Metodología Scrum, 2023).

### EJEMPLO 2: CASCADA TRADICIONAL (WATERFALL)

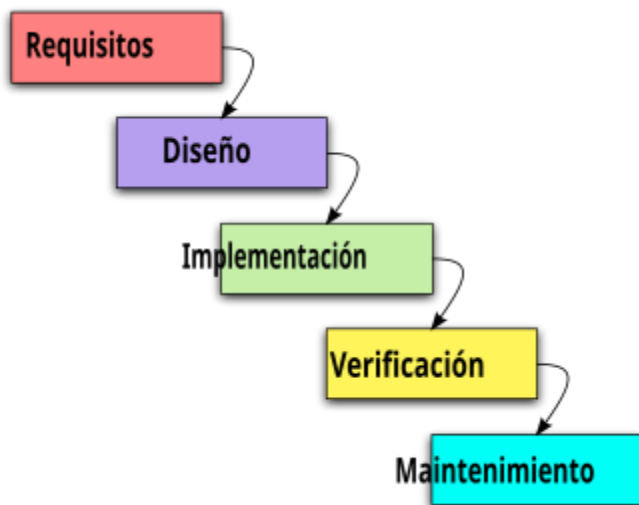
El modelo de cascada es una metodología de desarrollo de software secuencial y lineal que organiza el proceso en fases bien definidas: análisis, diseño, implementación, pruebas, despliegue y mantenimiento. Cada fase debe completarse antes de pasar a la siguiente, asegurando que los objetivos establecidos en una etapa se cumplan completamente antes de continuar. Este enfoque es útil para proyectos donde los requisitos son claros desde el principio y no se espera que cambien significativamente, como podría ser el caso del sistema ALERTFIRE si ya se dispone de un diseño definido y especificaciones claras del hardware y software. En el modelo en cascada, se realiza un extenso



trabajo de documentación durante cada etapa, lo que resulta beneficioso para proyectos académicos o de investigación, donde es fundamental justificar decisiones y procesos. Sin embargo, la rigidez de esta metodología puede ser un desafío si surgen nuevos requisitos o cambios en el diseño, ya que cualquier modificación requiere volver a etapas anteriores, lo que implica costos adicionales de tiempo y recursos.

**Ilustración 9**

*Metodología Cascada.*



Fuente: Tomado de (*Procesos de Software*, 2017)

**Tabla 1**

*comparativa de las metodologías*

Aspecto	SCRUM	Cascada
<b>Estructura</b>	Iterativa e incremental.	Lineal y secuencial.
<b>Flexibilidad</b>	Alta, permite ajustes durante el desarrollo.	Baja, los requisitos deben ser claros desde el inicio.
<b>Documentación</b>	Documentación mínima, se enfoca en resultados funcionales.	Extensa documentación en cada etapa.

<b>Retroalimentación</b>	Continua, se obtiene al final de cada sprint.	Limitada, generalmente se obtiene al final del desarrollo.
<b>Tiempo de Entrega</b>	Incrementos funcionales en cada sprint (corto plazo).	El producto completo se entrega al final (largo plazo).
<b>Ideal para</b>	Proyectos con incertidumbre o requisitos cambiantes, como integración de sensores y bases de datos.	Proyectos con requisitos claros y definidos desde el inicio, como diseños específicos preestablecidos.
<b>Riesgo de Cambios</b>	Bajo, ya que los cambios se abordan en sprints futuros.	Alto, cualquier cambio requiere retroceder a etapas anteriores.

Ambas metodologías tienen ventajas dependiendo de la naturaleza y los requisitos del proyecto. Para ALERTFIRE, SCRUM sería más adecuado si los requisitos evolucionan durante el desarrollo, mientras que el modelo en cascada funcionaría si todo está perfectamente definido desde el principio.

## **2.4 Conclusiones relacionadas al marco teórico en referencia al tema planteado**

Finalmente, sobre la base de todos estos resultados, este sistema de alerta y detección de humo efectuado en la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías realizó un seguimiento exhaustivo de todas las etapas en las que debía cumplirse. Gracias a esto, se logró diseñar y realizar una aplicación muy importante, tanto a nivel académico básico como a nivel universitario, permitiendo de esta manera investigar en los diferentes ámbitos de investigación para su mejora y aplicabilidad. Se utilizaron también componentes que funcionan en diferentes dispositivos electrónicos en la adopción de sensores recomendados por su calidad y capacidad. De esta investigación, llevada a cabo

por un extenso proceso, se han determinado conclusiones muy favorables y valiosas para tenerlas en cuenta en el momento de adquirir conocimientos en la utilización de diversos modos de conexión con una interfaz para el desarrollo de aplicaciones de gestión, ya que puede tener una amplia gama de comunicación con ellos para poder utilizarse en muchas aplicaciones que deseen. La metodología que se llevó a cabo para la investigación fue compleja, ya que se llevaba un historial para saber en qué momento surgía el incendio, generando variables y datos necesarios para su procedimiento.

En base a esta investigación, se han establecido diferentes conclusiones, todas ellas muy valiosas, lo que permitió comprobar que el método de detección elegido es vital y necesario, ya que va más allá del propuesto por otras personas, así como según el lugar donde se procede a instalar. Si tiene diferentes ámbitos, se disponen volúmenes de alertas según la ubicación. En consecuencia, a esta investigación, se probaron un sinfín de componentes modelo y, en base a ello, se demostró que se obtuvo un modelo estándar de detección realmente válido que realiza sus funciones según lo propuesto. Aunque en disímiles pruebas referentes a los componentes se encontró que, en determinados momentos, los comúnmente utilizados no respondieron de manera esperada y otras veces no demostraron el fácil uso en su manejo y desarrollo según la investigación.

## 3 CAPÍTULO III

### MARCO INVESTIGATIVO

#### 3.1 Introducción

Sistema de alertas y detección de humo: El sistema de alerta y detección de humo fue desarrollado para que los sonidos de alarma pasen la frecuencia de audición del placer humano, sobre todo en el rango de óxido de carbono, el cual es llevado hasta el oído después del proceso de filtración y detección del humo mediante un sistema adosado en el mismo circuito de la alarma habitual. El detector utilizado consta de una serie de fototransistores enfrentados y adosados que detectan el humo mediante la variación de la corriente entre sus terminales. Los activadores de alarmas y avisos específicos para el usuario trabajan con señales que oscilan en el rango de audición convencional del ser humano, siendo su onda mucho más limpia y reconocible. Diseño del experimento utilizando flujo de trabajo: En la primera fase, conocida como la adquisición de datos, se capturaron diversas muestras de los sensores que se encuentran instalados entre los recipientes, con similitudes a las consideraciones para conocer sus amplitudes a niveles transformados en datos analizables. Posteriormente, se envuelven para amplificar o disminuir el nivel del sonido en la muestra utilizada; en esta etapa se identificaron conflictos importantes entre las máscaras protectoras y fuentes de la discontinuidad del sonido capturado. Para rellenar estos huecos, la primera máscara con la que se trabajó fue reemplazada por una máscara que no representara un cortocircuito evidente al sonido. Es decir, una máscara que tenga espacio en toda la cara. La segunda máscara con la que se trabajó fue una máscara facial fabricada en elastómero de silicona con una visión sin precedentes y podría utilizarse con sistemas de purificación de aire y protección de la cabeza y de la vista.

Las exigencias de seguridad han aumentado notablemente en los últimos años. Independientemente de todo tipo de regulación, en el ámbito residencial o empresarial, la necesidad de establecer sistemas de vigilancia y monitorización frente a posibles incendios se ha convertido en un asunto prioritario por

diferentes razones, si bien todas ellas entroncan en paliar los posibles desperfectos materiales y, sobre todo, los daños personales de cualquier tipo que pudieran derivarse de un incidente de este tipo. Por todos es conocido que mantener sistemas eficaces de extinción de incendios no exime de implementar otro tipo de medidas preventivas, como pueden ser los métodos de detección efectiva y rápida del posible origen y progresión del fuego, así como disponer de un sistema que minimice los daños materiales y personales en caso de producirse un incendio. Este sistema de alerta y detección de humo estará instalado en instalaciones eléctricas de todo tipo e incorporará la última tecnología en buses de campo de transmisión de datos digitales, de esta manera el responsable del emplazamiento, ya sea este una comunidad de propietarios, un propietario particular, o el propio colegio, puede tener conocimiento en todo momento de los eventos producidos en ese emplazamiento de manera instantánea si así lo deseara, ya que cada uno de los dispositivos vinculados a la instalación rutinariamente transfieren la información relevante.

El presente proyecto se encuentra en el marco de una organización que está destinada a transformar el conocimiento, sirviendo como referente para asegurar el desarrollo sostenible y equitativo de la sociedad en su sector; trata de responder a necesidades relacionadas con la formación profesional y/o la solución de problemas técnicos relacionados con la seguridad, a través del diseño e implementación de un sistema de alerta y detección de humo, que permite intervenir en situaciones de riesgo. A lo largo de la historia de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, este tema es difundido de manera considerada, y tiene un impacto significativo en el amortiguamiento del crecimiento del riesgo en los diferentes entornos donde ha interactuado, proponiendo soluciones efectivas que han fortalecido el principio de bienestar de la sociedad. Con un alto grado de compromiso con la sostenibilidad y formación, el presente proyecto técnico académico busca mejorar las condiciones de seguridad en el desarrollo de actividades formativas que se desarrollan en el aula de prácticas de electrónica y digitales de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, que en el edificio anterior preferido no cuentan con medidas de protección indispensables en el sector y cuyos riesgos son inminentes si no se

aplican soluciones reales. Demuestra, a partir de resultados de experimentación, análisis estadístico de datos, entre otros, cómo una propuesta de desarrollo técnico resuelve un problema real, que busca la formación del estudiante en el campo de la seguridad informática, partiendo de la detección oportuna de fugas de la red, además de la reducción de costos y el cumplimiento de las necesidades eléctricas, que perjudicarían el desarrollo de tecnologías en esta disciplina.

### **Normas ISO Aplicada Al Proyecto**

Según la International Organization for Standardization nos describe lo siguiente:

“Puede tratarse de la fabricación de un producto, la gestión de un proceso, la prestación de un servicio o el suministro de materiales: las normas abarcan una enorme variedad de actividades.

Las normas representan los conocimientos de personas expertas en su materia y que conocen las necesidades de las empresas a las que representan: fabricantes, vendedores, compradores, clientes, asociaciones comerciales, usuarios o reguladores (*ISO - Normas, 2025*).”

Para el tema de titulación mencionado, relacionado con el tema principal del proyecto que es "Sistema de alerta y detección de humo" aplicado a un entorno específico (el aula de prácticas de electrónica y digitales), podrías considerar varias normas y estándares que guían el diseño, implementación y evaluación de sistemas de detección de humo y alarmas. Algunas de las normas más relevantes en este contexto incluyen:

#### **ISO 7240 - Sistemas De Detección Y Alarma De Incendios**

Según la ISO 7240-1:2014, Fire detection and alarm systems — Part 1: General requirements Esta norma especifica

“los requisitos para el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de detección de incendios. Se aplica a sistemas de alarma y detección de humo en

edificios, incluidas las características que deben tener los sensores de humo, su integración con sistemas de alerta y la evaluación del rendimiento de estos sistemas en condiciones reales. (*ISO 7240-29:2024 - Fire Detection and Alarm Systems — Part 29: Video Fire Detectors, 2024*)”

Análisis en base al tema: Para un sistema de detección de humo como el que se describe (AlertFire), esta norma proporciona directrices sobre cómo debe operar el sistema, la elección de los detectores, el diseño de la instalación y las especificaciones de las alarmas.

### **ISO 9001 - Sistemas De Gestión De La Calidad**

Según la ISO 9001:2015, Quality management systems — Requirements. ISO 9001 establece los requisitos para un sistema de gestión de la calidad (SGC) que podría ser aplicable al proceso de diseño e implementación del sistema de detección de humo. Asegura que los procesos sean eficientes, que se mantengan los estándares de calidad en la fabricación e instalación del sistema, y que se realicen las mejoras continuas (*ISO 9001:2015/Amd 1:2024 - Quality Management Systems — Requirements — Amendment 1: Climate Action Changes, 2024*).

Análisis en base al tema: Esta norma es útil si el sistema de alerta y detección de humo debe cumplir con altos estándares de calidad en su desarrollo y operación, garantizando su eficacia y fiabilidad.

### **NFPA 72 - Código Nacional De Alarmas De Incendio Y Señales De Alarma**

Según la National Fire Protection Association (NFPA) 72, National Fire Alarm and Signaling Code. Aunque es una norma estadounidense, la NFPA 72 proporciona directrices completas sobre los sistemas de alarma de incendios y detección de humo, incluyendo la instalación, el mantenimiento y las pruebas. Es ampliamente utilizada en el desarrollo de sistemas de detección de incendios en muchos países y puede servir como referencia técnica adicional.

•Análisis en base al tema: Ofrece directrices específicas sobre la instalación y el mantenimiento de sistemas de detección de humo y alarmas, lo

que es esencial para asegurar la confiabilidad y efectividad del sistema de alerta en el aula de prácticas (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, 2025).

### **ISO/IEC 27001 - Sistemas De Gestión De Seguridad De La Información**

Según la ISO/IEC 27001:2013, Information technology — Security techniques — Information security management systems — Requirements. Aunque esta norma se enfoca en la gestión de la seguridad de la información, puede ser relevante si el sistema de detección de humo (como AlertFire) está integrado con tecnología digital o un sistema de monitoreo en línea. ISO/IEC 27001 establece directrices para proteger la información, lo cual puede ser crucial si el sistema está conectado a una red o almacena datos de detección (ISO/IEC 27001:2022/Amd 1:2024 - Information Security, Cybersecurity and Privacy Protection — Information Security Management Systems — Requirements — Amendment 1: Climate Action Changes, 2024).

- Análisis en base al tema: Si el sistema incluye sensores conectados a internet o utiliza algún tipo de gestión remota de las alertas, esta norma puede ayudar a garantizar la seguridad y protección de los datos.

Basando los conceptos mencionados anteriormente se implica para el desarrollo e implementación de un sistema de detección de humo en un espacio educativo, la ISO 7240 (sobre sistemas de detección y alarma de incendios) es probablemente la norma más relevante, y la NFPA 72 si buscas directrices adicionales sobre las mejores prácticas internacionales en la instalación y mantenimiento de sistemas de alarma.

Además, dependiendo de las características específicas del sistema, como la conectividad o el uso de tecnologías digitales, podrías integrar normas adicionales relacionadas con la seguridad de la información .

### **3.2 Tipo de investigación**

El sistema de alerta y detección de humo ALERTFIRE aplicado al aula de prácticas de electrónica y digitales de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Uleam de Manta es el resultado de una investigación



enfocada, de naturaleza básica y aplicada, con alcances descriptivos. La propuesta de investigación va a ser de naturaleza básica, porque el objeto fundamental de la misma es contrastar y analizar los saberes investigativos y aplicados adquiridos por los estudiantes durante su proceso de formación profesional. Además, se busca establecer o sugerir alternativas ajustadas al contexto educativo, socioeconómico y político de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí en Manta.

Por otra parte, la investigación aplicada consiste en que la solución del problema permitirá elaborar un aporte teórico en forma de sistemas de alerta y detección de humo y sirve para avanzar el conocimiento sobre los problemas prácticos o para posteriores investigaciones que resuelvan los problemas de una forma más profunda. La investigación será de alcance descriptivo porque busca especificar las propiedades importantes de los objetos, fenómenos, personas o grupos, establecer tipos o inventariar entidades de diferente naturaleza según las características que presenten. El trabajo de campo se distingue por una recolección de información con un fin particular, respecto a un problema para crear o modificar conceptos teóricos, reforzar teorías sobre un campo de investigación, validar o refutar hipótesis previamente formuladas, y a partir de los cuales, en el análisis de la información recabada, se busca asociar o establecer relaciones entre los datos que puedan explicar o predecir los fenómenos estudiados.

### **3.3 Método(s) de investigación**

El investigador trabajará el enfoque mixto para analizar el desarrollo de la propuesta, consistente en la aplicación de entrevistas a los estudiantes y al personal académico, junto con la recolección directa del humo en el aire dentro del aula, que se enviará a un panel sobre el comportamiento del fuego. La recolección del aire se pondrá en funcionamiento en lugar de simples detectores de humo, proponiendo que somos capaces de disminuir la pluma del desarrollo del fuego en un 60%. Los profesores de esta área, así como el resto del personal académico entrevistado para el estudio, han sido evocados a revelar conocimientos y métodos de valoración. Los métodos utilizados para el análisis

de los datos son especialmente el tratamiento cualitativo, fundamentalmente las descripciones y las comparaciones de casos, junto con un estudio de carácter cuantitativo mediante la numérica de los datos aportados por los encuestados a través de un análisis estrechamente ligado a la estadística descriptiva, en la que se realiza un análisis de los datos extraídos de los cuestionarios.

Dada la naturaleza de la investigación cualitativa, se ha decidido trabajar bajo el paradigma cualitativo; el enfoque adoptado es el método de estudio de caso. El porqué de un estudio de caso está relacionado con la finalidad planeada de integrar conocimientos previos con datos actuales que deben ser recolectados y que permitirán construir o reconstruir un complejo mundo real en una realidad física más sencilla que puede ser estudiada y observada de forma más clara y minuciosa. Se ha escogido el método de caso para descubrir e interpretar fenómenos complejos y las interrelaciones de esos fenómenos, dándoles un significado o, dicho de otro modo, para desentrañar la esencia e interpretar la naturaleza del fenómeno. El interés científico y práctico que subyace a la elección de un método de caso es que este ha ganado importancia en determinadas áreas de conocimiento en las que los métodos deductivos son metodológicos.

### **3.4 Fuentes de información de datos**

La búsqueda de información relacionada con el presente proyecto se centró en identificar fuentes de conocimiento, resultados previos de los estudios realizados, hechos relevantes y opiniones que comprobaran la plausibilidad y la severidad relativa del conato de incendio. El desarrollo de este proyecto contó con la colaboración de diversas fuentes de información que permitieron estudiar y conocer la situación de los sistemas automáticos y manuales de alerta y detección de humo aplicados a un sistema. Son bases de conocimiento generadas por otras investigaciones o proyectos. Se consultaron fuentes académicas como bases de datos de artículos científicos, tesis, patentes, informes técnicos y guías de mantenimiento.

Se determinó la bibliografía relacionada con: sistemas avanzados de alerta y detección de incendios, fuentes de información y datos consultados,

sistemas alimentados por electricidad, sistemas de detección de incendios eléctricos y no eléctricos, sistemas mecánicos, fórmulas matemáticas para la determinación de la cobertura, distintos métodos para calcular el tiempo de llegada de las brigadas de bomberos a los puntos de referencia, propuestas de sistemas de detección remota del estado de un incendio, detección de la presencia visual, señales de humo y sistemas automáticos de detección. Se ha llevado un esquema matemático caracterizado por fórmulas que ayudan para la demostración de cada una de las etapas en la instalación de la detección de humo. De igual forma, se consultaron diversos artículos científicos que demuestran y refuerzan las etapas del esquema y así diagnosticar y certificar el potencial de cada una de estas contribuciones científicas en la detección de incendios, como también se consultaron a expertos e industrias orientadas a la instalación de sistemas automáticos de detección.

#### **3.4.1 Encuesta**

Las encuestas son instrumentos diseñados para recopilar información estructurada a partir de un grupo de personas, permitiendo analizar tendencias, opiniones o necesidades específicas. En el caso del proyecto AlertFire, las encuestas podrían ser utilizadas para evaluar el nivel de conocimiento de los estudiantes y docentes sobre protocolos de seguridad contra incendios o para identificar las funcionalidades deseadas en el sistema

#### **3.4.2 Entrevista**

La entrevista es una técnica cualitativa que permite obtener información directa y detallada de individuos clave a través de preguntas abiertas y respuestas dialogadas. En el contexto del proyecto AlertFire, se podría entrevistar a docentes, técnicos y administradores para comprender los riesgos específicos del aula de prácticas y las limitaciones actuales de seguridad.

#### **3.4.3 Observación / Otras**

La observación consiste en recopilar información directamente del entorno mediante la percepción sensorial del investigador, sin intervención directa sobre los eventos o personas. En el caso de AlertFire, la observación podría incluir el

análisis del uso diario de los equipos electrónicos en el aula, la identificación de puntos críticos donde podrían ocurrir incendios, y la evaluación del comportamiento de los usuarios frente a simulaciones de emergencia

**Tabla 2**

*comparativa de las fuentes de información*

ASPECTO	ENCUESTA	ENTREVISTA	OBSERVACION
<b>DEFINICION</b>	Método estructurado para recopilar información cuantitativa a través de preguntas aplicadas a una muestra representativa.	Técnica cualitativa que obtiene información directa mediante una conversación dialogada con preguntas abiertas.	Técnica de recolección de datos que analiza fenómenos en su contexto natural mediante la percepción sensorial.
<b>OBJETIVOS</b>	Identificar tendencias, opiniones o necesidades generales de un grupo amplio de personas.	Profundizar en aspectos específicos y obtener perspectivas detalladas y contextuales de individuos clave.	Comprender el entorno, las dinámicas y los comportamientos directamente en el espacio donde ocurren.
<b>TIPO DE DATOS</b>	Cuantitativos, organizados en respuestas cerradas o escalas.	Cualitativos, basados en la narrativa y las percepciones del entrevistado.	Cualitativos, provenientes de la observación directa y el registro sistemático.

ASPECTO	ENCUESTA	ENTREVISTA	OBSERVACION
<b>ESTRUCTURA</b>	Altamente estructurada, con preguntas prediseñadas y aplicadas de manera uniforme.	Semiestructurada o no estructurada, permitiendo flexibilidad en las preguntas y el flujo de la conversación.	Puede ser estructurada (guía de observación) o no estructurada (observación libre).
<b>VENTAJAS</b>	Económica	Posibilita la aclaración inmediata de respuestas.	No requiere la intervención de los sujetos.
<b>LIMITACIONES</b>	Requiere un diseño cuidadoso para evitar sesgos.	Puede estar influenciada por la subjetividad del entrevistador.	Requiere más tiempo para registrar y analizar los datos
<b>EJEMPLO APLICADO AL TEMA DEL PROYECTO</b>	Encuestar a estudiantes y docentes para identificar su conocimiento sobre protocolos de seguridad y expectativas del sistema.	Entrevistar a profesores y técnicos para entender los riesgos específicos del aula y las necesidades prioritarias.	Observar el uso cotidiano de los equipos electrónicos y analizar posibles puntos críticos donde podrían ocurrir emergencias.

Esta tabla resume las principales características de cada método, sus ventajas y limitaciones, y su aplicabilidad en el desarrollo del sistema AlertFire, destacando su relevancia en diferentes etapas del proyecto.

### **3.5 Fuentes de información de datos**

El sistema de Alerta y Detección de Humo ALERTFIRE aplicado al aula de prácticas de Electrónica y Digitales de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la ULEAM de Manta ha sido investigado para recopilar información de nuevas tecnologías de protección contra incendios, con el objetivo de poder ofrecer a la institución información sobre sistemas que permitan controlar el impacto de los siniestros sobre el entorno, ya que se ha comprobado que la implementación de un buen diseño de estas instalaciones puede controlar eficientemente los daños de su producción. En este capítulo se hará referencia a la detección de humo en particular, al sistema ALERTFIRE, a los dispositivos de detección de humo, cómo y dónde se pueden instalar. En el punto se explicará el funcionamiento general y más concretamente cuándo se presenta una falsa alarma. Dentro de estos nuevos sistemas cabe destacar la reciente aparición de sistemas de detección de incendios multisensoriales diseñados para proporcionar una fiabilidad máxima en la detección de incendios y un descenso de las falsas alarmas.

Existen una serie de sistemas de detección de humo en áreas peligrosas que por su naturaleza requieren un diseño específico, en función de los riesgos contra los que se desee proteger o del tipo de producto que se desee utilizar. Debido al problema mencionado anteriormente de las falsas alarmas, se ha desarrollado un sistema de alarma y detección diferencial de humo. Entre las fuentes de información de las que extraeremos los datos necesarios para llevar a cabo la investigación se encuentra la recolección de información de trabajos similares a lo que plantea el proyecto, realizando visitas en los diferentes lugares de práctica, entrevistas con docentes de la facultad y visitas a la bibliografía existente para recolectar toda la información necesaria para la realización del proyecto.

### **3.5.1 Fuentes primarias-**

Las fuentes primarias son datos o información original que se recopila directamente para un propósito específico. En el contexto del desarrollo del sistema AlertFire, las fuentes primarias incluirían

### **3.6 Mecanismos para la recolección de datos**

El sistema de alerta y detección de humo dispone de una serie de herramientas que acopian y consolidan información proveniente de cada uno de los nodos que conforman la red de sensores. Este mecanismo realiza un seguimiento permanente de las diferentes percepciones que el núcleo del sistema tiene respecto a una variable o conjunto de variables, y mediante un entorno visual, el usuario puede observar diferentes representaciones de los grupos de datos: cuadros estadísticos, gráficos, listados de columnas, entre otros. Las herramientas con que cuenta el mecanismo para la recolección de datos son las siguientes:

Ausencia de dispositivos en línea. Seguimiento del estado de una variable. Constituye la forma más tradicional de obtener información sobre el sistema. Esporádicamente se consulta el estado de una variable y se toman mediciones y acciones específicas en función de rápidas apreciaciones de la situación del proceso por parte de los operadores.

Ingreso/Registro de variables. Registra información de manera permanente, que puede ser consultada en el momento en que se la necesite e independientemente de lo que ocurra en el proceso de generación de la información.

Condición de los dispositivos. Es esencial monitorear el rendimiento y la condición de los dispositivos de detección y alarma de incendios para garantizar que operen adecuadamente en situaciones de emergencia, su disponibilidad y mejorar el conocimiento de los mecanismos de falla y la anticipación de fallas.

Estadísticas. Visualización gráfica de las relaciones numéricas a través de diagramas de pie y líneas en los sistemas más sofisticados.

### **3.7 Presentación y análisis de los resultados**

Tal como se indicó en la metodología, la puesta en marcha del sistema de alerta y detección de humo se realizó en el Aula de Prácticas de Electrónica y Digitales en la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, el día 4 de noviembre de 2019. El algoritmo fue puesto a prueba con una simulación en la cual el prototipo simuló un incendio, produciendo ecos que representaban el humo alrededor del espacio. La variable SensHum fue leída por el módulo de sensado del humo, que se visualizó por consola en la computadora, y en la segunda reacción del Arduino, uno de los LEDs se encendió simulando un sistema de alerta para los estudiantes, permitiendo reorientar la experiencia del usuario a un gabinete MUX LED inteligente y así permitir un gran número de estados o no estados de la detección. Después de 10 segundos, se afirmó el sistema normal, resultando en la consola interfaz Serial la simulación del gabinete LED sin ningún error.

Una vez puesto en marcha el sistema de alerta y detección de humo en el Aula de Prácticas de Electrónica y Digitales, el 4 de diciembre de 2024, en la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, se realizó el monitoreo del equipo en un rango de tiempo de encendido y apagado del mismo. La ejecución de programación durante el tiempo arrojó resultados óptimos; no se tuvieron mensajes de error por parte del equipo y de la interfaz, arrojando un porcentaje del 20% de errores durante el período de 2 meses, obteniéndose resultados importantes para este estudio, reivindicando que el Aula de Prácticas de Electrónica y Digitales es factible para ser prototipado en un sistema de alerta temprana. Por último, los comprobantes de las simulaciones realizadas, junto con los gráficos y datos obtenidos, serán presentados a continuación.

#### **3.7.1 Presentación y descripción de los resultados obtenidos**

Las fuentes primarias son datos o información original que se recopila directamente para un propósito específico. En el contexto del desarrollo del sistema AlertFire, las fuentes primarias incluirían:



## Ilustración 10

*Nombre del Aula*



Como en todo salón de la facultad, se encuentran debidamente enumerados para una localización más rápida y segura

## Ilustración 11

*Interior del Aula de Práctica 104*



Al momento de una observación en general se puede observar el equipo tecnológico, eléctrico e informático que se encuentra en todo su alrededor por lo que el aula es usada para prácticas y salón de clases, lo que se resalta más es que al momento no se cuenta con un sistema de detección de humo

## **Ilustración 12**

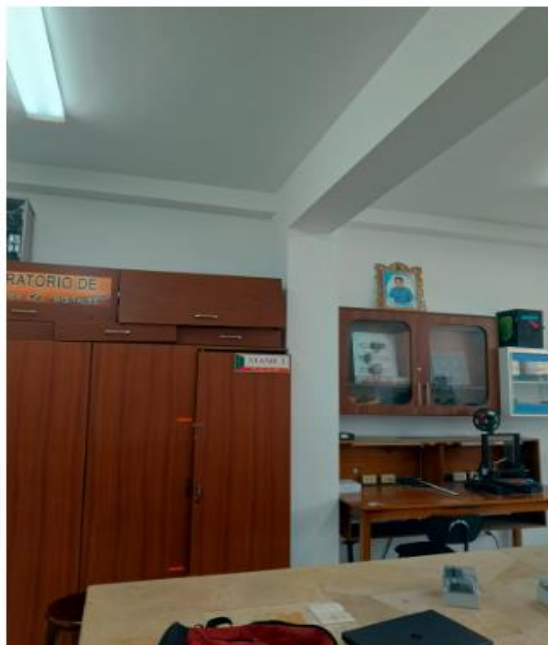
*Mesa de prácticas y los casilleros de estudiantes*



En el aula se encuentra un extintor para cuando se presente un caso de emergencia.

## **Ilustración 13**

*Armarios donde se guardan los equipos*



El aula está debidamente equipada con más herramientas electrónicas, las cuales representan el riesgo.

## Ilustración 14

*Aula de Práctica 104 cuando están en clases prácticas.*



Los estudiantes realizan manipulación, ejercicios, proyectos y reciben clases por parte de docencia temas relacionados con las herramientas, se resalta que el equipo de detección de humo aún no se encuentra, pero a la vez se define su ubicación, entre las mitades de cada mesa de trabajo

### Ilustración 15

*Aula Práctica 104 ejemplos de prácticas en la pared.*



#### 3.7.2 Entrevista

Una breve entrevista colaborada por un docente que imparte clases en el aula el Ing. Machuca Avalos Mike Paolo, Mg resaltando los siguientes puntos

**Tabla 3**

*Entrevista realizada al docente universitario*

Entrevistado: Ing. Machuca Avalos Mike Paolo, Mg		
<b>Cargo: Docente</b>	<b>Nombre lugar:</b> “Aula de prácticas 104 Electrónica y Digitales”	<b>Fecha:</b> 20-11-2024
<b>Contribución cualitativa:</b>	El propósito de entrevistar a un docente que imparte sus clases en el aula nos permite tener respuestas de como se ve esta problemática en su entorno, siendo consciente de lo que puede o pudiera ocurrir	

Entrevistado: Ing. Machuca Avalos Mike Paolo, Mg	
<b>Contribución cuantitativa:</b>	Durante la breve entrevista se pudo obtener el equipo a instalar al ser docente experto en el área, datos estadísticos que permitan gestionar una instalación segura
<b>Análisis</b>	El aula de prácticas de electrónica y digitales de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la ULEAM es un espacio diseñado para el aprendizaje práctico. Este tipo de laboratorios suelen incluir equipos como soldadores, fuentes de alimentación, multímetros, osciloscopios y componentes electrónicos, todos esenciales para el desarrollo de competencias técnicas en los estudiantes. Sin embargo, el uso de estos dispositivos también implica riesgos asociados a la generación de calor, humo y, potencialmente, incendios debido a cortocircuitos o fallas humanas.

### **Extensión del Enfoque Cualitativo**

El propósito de entrevistar a un docente que imparte sus clases en el aula no solo radica en obtener su perspectiva como experto, sino también en entender las dinámicas diarias que enfrentan los estudiantes y las condiciones del entorno en el que se realizan las prácticas. Este enfoque cualitativo permite capturar información subjetiva, como las preocupaciones del docente sobre la seguridad, su percepción de los riesgos más comunes en el aula, y las estrategias que actualmente implementa para mitigar posibles incidentes.

Además, a través de esta entrevista, se identificaron factores contextuales que influyen en la seguridad, como el nivel de preparación de los estudiantes, las limitaciones en la supervisión del aula, y las condiciones técnicas de los equipos utilizados. Estas observaciones brindan una comprensión más profunda de cómo la problemática afecta a los usuarios finales, lo que resulta esencial

para diseñar un sistema de alerta que sea práctico y efectivo en el entorno educativo.

### **Extensión del Enfoque Cuantitativo**

Por otro lado, la recopilación de datos estadísticos durante la entrevista fortalece el enfoque cuantitativo del análisis. Este tipo de información incluye datos concretos como la cantidad promedio de estudiantes por práctica, el número de equipos eléctricos que se utilizan simultáneamente y la frecuencia de incidentes menores (por ejemplo, conexiones erróneas o sobrecalentamientos).

Estos datos son cruciales para calcular las especificaciones técnicas del sistema de alerta, como la cantidad de sensores necesarios, su ubicación estratégica en el aula y los umbrales de activación para humo o calor. Asimismo, las estadísticas permiten proyectar escenarios hipotéticos que ayudan a gestionar una instalación segura, optimizando tanto los costos como la eficacia del sistema.

## 4 CAPÍTULO IV

### MARCO PROPOSITIVO

#### 4.1 Introducción

Actualmente, la ULEAM de Manta, al igual que todas las instituciones científicas, empresas y fábricas, instituciones educativas y una de ellas, incluyendo todas las actividades que realizan, está incluida en las prácticas e investigaciones. Estos lugares, en ocasiones, han causado varios incendios, los cuales pueden llegar a causar desastres inimaginables. Estos hechos se manifiestan por no contar con una adecuada posición y mantenimiento de los sistemas eléctricos, y estas situaciones muchas veces pueden suceder tanto en horas laborales como cuando estos lugares se encuentran desolados. Es por eso que nos motiva a desarrollar un sistema de alarma y detector de humo que permita la identificación de un conato de incendio y desactivar el sistema eléctrico a través de una señal de radio para evitar que el fuego se propague a lugares cercanos.

El sistema está conformado por un microcontrolador y varios sensores de humo, los cuales van a ser instalados en el aula de práctica de los laboratorios. Una vez que el sistema identifique alguna condición anormal, enciende una alarma, suspende el circuito que identificó la problemática a través de un relevador y envía señales de alerta tanto a los celulares de los alumnos como a los encargados a través de mensajes de texto. De esta manera, el sistema va a alertar tanto a los estudiantes, profesores y empleados administrativos, lo que va a permitir prevenir incendios. En vista de ello, los responsables de esta área nos autorizan a realizar el prototipo en el laboratorio, constituyendo el ambiente más apropiado por contar con todos los elementos y condiciones para hacer una correcta instalación y funcionamiento del sistema. Adicionalmente, esperamos poder extenderlo a los demás ambientes de la facultad para disminuir notablemente las causas que podrían generar inconvenientes que afecten a nuestra institución, así como a la integridad física de las personas.

La finalidad del presente trabajo de titulación es ayudar a la elaboración, desarrollo e implementación del sistema de alarma y detección de humo para el aula de prácticas de electrónica y digitales de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías. Esta aula no cuenta con un sistema de alerta y detección de humo que sea lo bastante efectivo, que alerte la presencia de este gas en el ambiente, en caso de presentarse un incendio. Cabe recalcar que la finalidad de este sistema de detección no es la extinción. A través de este proyecto se espera incentivar a los estudiantes, profesores y demás personal de la facultad a involucrarse en el mismo. El aporte al momento de elaboración e implementación de este sistema será el desarrollo final del favoritismo por las carreras que actualmente están cursando o laborando y así un progreso a nivel institucional.

#### **4.2 Descripción de la propuesta**

Un sistema multiplataforma para la recolección de datos de gases tóxicos en un área local y su integración con la tecnología de Internet de las cosas, que permita analizar y monitorear estos datos con el fin de generar alertas a un usuario mediante correo electrónico y mensajería con un dispositivo móvil, con el propósito de facilitar un sistema que prevenga riesgos o daños a la salud.

El presente proyecto propone el desarrollo e implementación de un sistema de alarma y detección de humo, en otras palabras, un sistema contra incendios. Busca desarrollar la conciencia y prevención del medio ambiente y de la casa de estudios con el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el campo académico. Cabe recalcar que este sistema de alarma y detección de humo no es sinónimo de prevención frente a sucesos inminentes. Es necesario y básico tener presente la ubicación y conocimiento de dónde se encuentran los extintores de cada piso de la facultad, de modo que en el caso inesperado de un incendio se puedan atender de manera inmediata. Haciéndose resaltar que la extinción del fuego no se llevará a cabo gracias a la instalación del sistema de alarma, sino por el uso correcto del extintor perteneciente. El sistema de alarma y detección de humo cuenta con su propio dispositivo de enlace para su correcto funcionamiento, haciendo el análisis previo del espacio y cantidad de dispositivos para su óptimo funcionamiento. El país es catalogado en la lista de riesgo alto



de vulnerabilidad a sucesos inesperados y, sin prevención, también necesita implementarse parámetros de contingencia. Todo suceso fortuito lleva consigo un cambio.

### 4.3 Determinación de recursos.

Para la implementación exitosa de un sistema de detección de humo utilizando ESP32 y Raspberry Pi, se requiere la identificación y gestión de diversos recursos. Estos se pueden clasificar en tres categorías principales.

#### 4.3.1 Humanos

Los recursos humanos incluirán a las personas encargadas de llevar a cabo o que forma parte del proyecto. Se requieren habilidades y conocimientos técnicos para así llevar a cabo las diferentes etapas para la implementación de la propuesta, se visualizar el nombre seguido del rol y el cargo de cada persona que forma parte del proyecto.

**Tabla 4**

*Recursos Humanos*

NOMBRE	ROL	CARGO
Luis Mendoza	Ingeniero Eléctrico.	Encargado de proporcionar información y los requerimientos específicos para los detalles del sistema ALERTFIRE.
Kelvin Bermeo.	Estudiante de Ingeniería en Sistemas.	Encargado del diseño e implementación del sistema permitiendo la integración de la base de datos para almacenar los datos recolectados por medio de los sensores de detección de humo MQ135

NOMBRE	ROL	CARGO
		y el sistema en general con el ESP32 y el RASPBERRY PI
Javier Solís.	Estudiante de Ingeniería en Sistemas.	Encargado de tomar los datos y requerimientos necesarios para la realización del sistema ALERTFIRE.
Mike Machuca	Tutor del Proyecto	Encargado de la gestión y administración en la coordinación y seguimiento del proyecto.

#### 4.3.2 Tecnológicos

Los recursos tecnológicos usados en este proyecto se detallan en los equipos que conforman el sistema de detección de humo y los que almacenan los datos y generan la notificación.

**Tabla 5**

*Equipos inteligentes*

DISPOSITIVO.	DETALLE.
RASPBERRY PI 3 B+	Es el encargado de notificar y almacenar información sobre las detecciones de humo.
ESP32	Se encargan de comunicar con el RAS'BERRY PI, informando sobre los datos del sensor MQ135.
Sensor MQ135	Se encarga de medir los gases en el ambiente donde se encuentra y si hay alguna variación de información será receptado por el ESP32.

### 4.3.3 Económicos (presupuesto)

En los recursos económicos se encuentra una parte fundamental para la determinación del presupuesto. Tomando en cuenta que, se debe realizar un análisis de los costos que son asociados a los recursos tecnológicos que fueron necesarios para el desarrollo del proyecto.

**Tabla 6**

*Presupuesto por recursos tecnológicos de instalación y equipos inteligentes*

Descripción	Cantidad	Costo unitario (USD)	Subtotal (USD)
<b>1. Sensores</b>			
Sensor MQ135	4	5.00	20
<b>2. Microcontroladores</b>			
ESP32	4	20.00	40
<b>3. Control Central</b>			
Raspberry Pi 3 (modelo B+)	1	65.00	200
<b>4. Fuente de Alimentación</b>			
Adaptadores de corriente para ESP32	1	1.00	4
Fuente de alimentación para Raspberry Pi	1	10.00	10
<b>5. Conexión y cableado</b>			
Cables Dupont (hembras y machos)	1 set (120 pzas)	10.00	10
Terminal de ESP32	4	7.00	28
Resistencias, transistores, diodos y otros componentes electrónicos	1 kit	15.00	15
<b>6. Componentes Adicionales</b>			
Modulo WiFi (integrado en ESP32)	Incluido	0.00	0.00

Descripción	Cantidad	Costo unitario (USD)	Subtotal (USD)
Tarjeta microSD (128 GB) para Raspberry Pi	1	20.00	20
Carcasa para Raspberry Pi	1	20	20
<b>7. Software y Desarrollo</b>			
Licencias de software (si aplica)	1	0.00	0.00
<b>8. Otros costos</b>			
Envío o gastos imprevistos	-	-	20
<b>  Total estimado</b>		USD	387

#### 4.4 Etapas de acción para el desarrollo de la Propuesta (SOFTWARE)

Diseñar la programación necesaria para la recolección de datos de gases tóxicos a través del sensor MQ135 y la integración inalámbrica a través de la tarjeta a la tecnología de Internet de las cosas. Analizar la configuración del IDE de programación de la tarjeta de desarrollo para la obtención de la dirección IP del módulo por donde se deben registrar los datos del sensor MQ135 por medio de un servidor intranet. Buscar y configurar un sistema operativo de código abierto dedicado a través de una imagen para el dispositivo y diseñar la programación necesaria que permita la gestión de datos recibidos del sensor MQ135, enviando correos electrónicos alertando al usuario responsable.

El desarrollo de cualquier tipo de aplicación de IoT requiere en primera instancia la capacitación acerca de los dispositivos que en ella se vayan a conectar, dado que esta es la base para la consecución de los objetivos propuestos. Para este proyecto en específico es de vital importancia estudiar el funcionamiento de los sensores de gases, la calibración, componentes electrónicos que los conforman, modo de operación, características de diseño,

parámetros que manejan y la integración con microcontroladores en el mercado. En el mercado se encuentran diversidad de tecnologías empleadas en la detección de vapor y gases, una gran opción independientemente del tipo de aplicación se consigue en el fabricante. Este compuesto por sensores electroquímicos, sensores de celdas de combustible, sensores fotoacústicos, sensores de conducción térmica, sensores de infrarrojos, sensores de película conductora y sensores de semiconductores tipo n. Los sensores de gases están diseñados para realizar mediciones de dicho gas al distinguir un proceso de determinación de conductividad eléctrica, a través de la respuesta magnética o incluso por una variación producida por un intercambio de energía. Los sensores de semiconductores tipo n emplean material semiconductor inorgánico, celda fotovoltaica o panel solar de níquel, que induce un efecto termoeléctrico cuando el sensor entra en contacto con el gas debido a la variación de energía. La energía es convertida en fotones de luz que generan electrones que fluyen a través del circuito electrónico, el calor que produce el componente converge como luz a una celda fotovoltaica que convierte en cable determinada cantidad de fotones en energía eléctrica. La importancia de escoger el sensor adecuado según la necesidad del proyecto depende de las variables a calcular como el tipo de gas, actividad cronológica del mismo, la medición o determinación del rango de voltaje en la respuesta del sensor o incluso la medición que se realiza con respecto a la concentración del gas en la atmósfera.

#### **4.4.1 Características y especificaciones técnicas del sensor MQ135**

El sensor MQ135 se basa en una resistencia eléctrica que posee una capa que disminuye su resistividad de una forma efectiva cuando el sensor es expuesto al gas que se desea medir. Las características más relevantes del sensor MQ135 son: a) Una corriente de carga en el circuito de calentamiento de 180 miliamperios, para evitar truncamiento del tiempo de calentamiento. b) El tiempo de precalentamiento máximo es de 48 horas, luego este tiempo empeora si se calienta con la corriente indicada. c) El tiempo de respuesta a corto periodo es de 2 minutos y el periodo de recuperación del sensor después de la medición corta es de 10 s. El rango de concentración seguro del gas CO<sub>2</sub> o monóxido de carbono se encuentra entre 100 y 5000 partes por millón (ppm) con una

derivación esperada de  $\pm 1$  V % (Condición de calibración: 200 ppm CO<sub>2</sub> en aire limpio). La impedancia del circuito de carga, cuando el sensor está alimentado con una corriente de 180 mA, es aproximadamente 30 Kohms. El consumo de corriente del circuito de carga es de 180 mA para calentamiento y 9.5 mA para el trabajo continuo; 150 mA será la corriente aproximada que se conseguirá con el divisor de tensión de la salida analógica. Las corrientes de trabajo y precaución se mantienen dentro del rango especificado; sin embargo, esta se incrementará con el uso de la antorcha posterior. Este sensor esconde tras sus especificaciones un dogma sumamente importante que se enfoca en más del 90 % en la correcta calibración en aire limpio, por lo que sus medidas no serán exactas en condiciones de aire contaminado. No obstante, a pesar de los problemas de exactitud, es una opción económica y simple a la hora de medir los gases que se deseen, siendo especialmente útil en sistemas bidireccionales, sistemas aéreos no tripulados, la medición de agotamiento de gases en dispositivos móviles, entre otros.

### **Ilustración 16**

*Sensor MQ135*



#### **4.4.2 Dispositivos de hardware involucrados**

Módulo ESPWROOM-32 El ESP32 es una serie de sistemas en paquetes de bajo costo y bajo consumo de energía. Esta cuenta con MCU, Wi-Fi y Bluetooth integrados. El ESP32 contiene un solo núcleo Xtensa® 32-bit LX6 microprocesador operando a 4.2V y alimentándose a 3.3V. Por lo tanto, la tensión a la que se manejan los pines GPIO es de 3.3V. El IC también incorpora mecanismos avanzados de interfaz inalámbrica que incluyen Bluetooth clásico, Bluetooth de alta velocidad y Wi-Fi para recibir datos de diferentes dispositivos, entre ellos el sensor MQ135, comúnmente denominado el “módulo ESPWROOM-32”.

Sensor MQ135 El MQ-135 es un módulo que detecta contaminantes en el aire; es capaz de medir la calidad del aire en condiciones no específicas, entre ellas CO<sub>2</sub>, pero puede sufrir interferencia al usarlo sin una base. El módulo consta de una base de cobre, un calentador, un electrodo y un material semiconductor de SnO<sub>2</sub>. El calentador constituye la base del módulo, tiene un rango de tensión para funcionar óptimamente entre 5V y 12V y se encarga de alcanzar una temperatura óptima a la que debe trabajar el SnO<sub>2</sub>. Otra ventaja es que cuenta con un bajo consumo de energía, circula una corriente de entre 150mA y 180mA y después de alcanzar la temperatura óptima entre 60 miliamperios y 80 miliamperios. El electrodo es el gas sólido que está cubierto por la película de óxido de estaño. Al quedarse sin una corriente continua, evidencia la presencia de gas. El módulo incorpora un divisor de voltaje de modo que el pin que recibe el voltaje es alimentado para que el segundo pin le envíe la diferencia de presión.

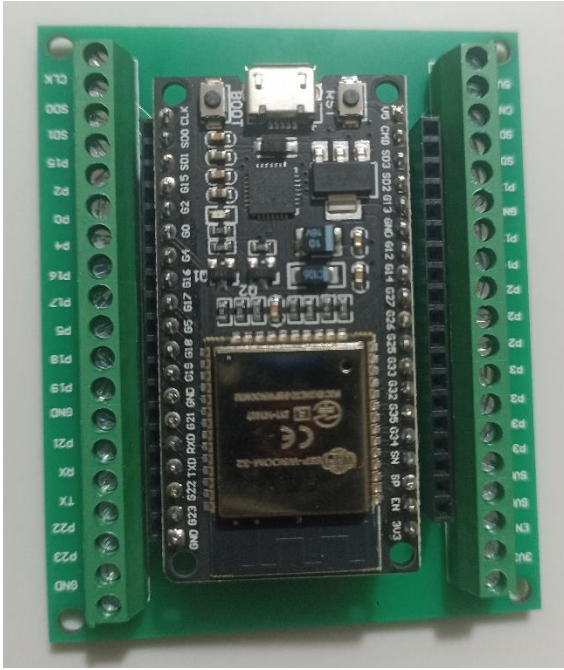
#### **4.4.3 ESPWROOM-32 y sus capacidades**

“WROOM-32” es un módulo de bajo costo que se conecta a una corriente continua de 3 voltios y 5 voltios. Posicionado en la carcasa con entradas rectangulares, permite un uso optimizado en protoboards, dejando libre el paso de filas y columnas de conexiones en ambos lados del protoboard. Sus características de potencia y recepción del bloque wifi y bluetooth lo hacen ideal para el proyecto, además de ser amigable con software de código abierto.

También cuenta con un switch de conexión integrado para dejarlo en modo de sincronización programable; este sensor ya viene integrado en su plataforma.

### **Ilustración 17**

*Tarjeta ESP32*



Además de programarse vía cable USB, el “WROOM-32” cuenta con la opción de transmitir vía wifi los códigos o programas a una Raspberry Pi desde un Arduino. Cuando la combinación definitiva de sensores esté integrada con un microcontrolador en la base de sensores, no habrá necesidad de programar la plataforma. Sin embargo, en esta etapa, se podrán realizar pruebas sin necesidad de un adaptador de corriente; bastará con tenerlo cerca del computador y conectarse a la red local de nuestra residencia. Cuando las celdas estén integradas con las placas de protoboard y todos los sensores, no será necesario acceder a todos ellos, sin embargo, no sería recomendable. El sensor principal para alimentar y programar es el MQ135, pues su finalidad es detectar si hay altas concentraciones de gas, y a través de una función en el sistema, enviará un mensaje a la Raspberry Pi para que procese las lecturas de los similares y luego envíe todos aquellos que superen el umbral al correo electrónico del usuario.



#### 4.4.4 Raspberry Pi 3 y su integración inalámbrica con ESPWROOM-32

Por otro lado, el sistema de alerta va a ser implementado usando Python y el framework Flask, el cual permite la creación de aplicaciones web. El funcionamiento del sistema de alerta es el siguiente: se crea un hilo que, cada n minutos, revisa el valor de la base de datos del último registro disponible y, según el valor registrado, se va a enviar una señal que activará el envío de un correo propio y un mensaje de WhatsApp a un número en específico, informando el valor registrado. Si el valor registrado es mayor o igual a un valor predeterminado, se enviará tanto el correo como el mensaje de WhatsApp, indicando que se ha superado un valor de referencia preestablecido.

#### Ilustración 18

*Raspberry Pi 3B+*



Conexiones físicas: entre la Raspberry Pi 3B y el ESP-WROOM-32, se emplea un módulo Bluetooth cuya función es enviar la información de sensado y de eventos del sistema. Este módulo Bluetooth se conecta a la UART de la

Raspberry Pi vía USB y contiene 4 pines de conexión, los cuales son RX, TX, 5V y GND. Con el fin de resguardar y garantizar la disponibilidad de la tarjeta micro-SD, se activa el “write-through” que permite aumentar la vida útil de la tarjeta. En ese sentido, realizando el procesamiento previamente indicado, se aclara que se aumenta el tiempo de ejecución de la aplicación, pero se garantiza la calidad y disponibilidad del mismo. En la fase de inicio de la Raspberry Pi, se ejecuta un script de Python que inicializa el sistema de alerta a través de la plataforma de comunicación por medios extendidos. Al finalizar el inicio del sistema, se inicializa un socket Bluetooth que establece la comunicación con el sensor MQ135 para envío y recepción de datos.

#### **4.4.5 Conexión física del sensor MQ135 a ESPWROOM-32**

El principal objetivo de este capítulo es mostrar de manera clara y precisa la forma en la que deben ser conectados todos los elementos que conforman el prototipo para su correcto funcionamiento y medición de gases. De esta manera, se puede llevar a cabo la recolección de datos y se podrá enviar una alerta en caso de que las concentraciones sean altas. Una configuración lógica para la conexión es trabajando con el hardware; sin embargo, en ausencia de este hardware, se utilizará el programador para la configuración de este. A continuación, se detalla una lista de los pines que se usarán para la conexión de cada hardware:

¿Cómo es que se conecta el sensor MQ135? Interfaz Analógica:

La salida del sensor consta de tres niveles de voltaje según la cantidad de gas presente en el ambiente. Para no consumir pines digitales, se utilizó el pin A0 para leer los valores de la cantidad de gas presente en el ambiente. Ya que, por medio del potenciómetro de ajuste del sensor, se establece una salida de la característica en función de la resistencia del sensor en un circuito divisor de tensión, cuyo valor es medido por el ADC, por lo que se obtiene una señal en formato digital para su posterior lectura analógica por el programa.

#### 4.4.6 Descripción de los pines y conexiones necesarias

Conexión del sensor MQ135 a ESP WROOM-32. Los sensores MQ se alimentan con 5V, el ESP WROOM-32 necesita 3.3V, pero hay que tener presente que hay que conectar el GND del sensor a tierra del ESP WROOM-32. Hacerlo así hace que la señal que entrega el sensor al ser digital no sufra daños cuando sea transmitida al ESP WROOM-32. El sensor entrega una salida analógica al ESP WROOM-32 que será proporcional a la concentración de gas en el aire en el que está sumergido el sensor. Para poder leer el valor del sensor se utilizará la lectura del conversor analógico-digital del ESP WROOM-32, el cual lee señales que van desde 0 a 3.3V. Esa señal podrá ser leída por aplicaciones o interrupciones. Agregar una resistencia pulldown de mayor valor para evitar el ruido ocasionado por la alta impedancia de la entrada analógica, que pueda ser causado por las altas frecuencias. Establecer conexión con el sensor a la parte izquierda del pin (salida analógica A0), y a la derecha el Vcc (5 Voltios o 5V) y conectar GND del sensor al de GND en el ESP WROOM-32 pasando por una resistencia pulldown cuyo valor en el montaje del presente proyecto es de 10k $\Omega$ . La conexión GND del sensor al del ESP WROOM-32 pasa por la resistencia R5 que actúa de pulldown. El punto medio de la conexión entre el sensor y el ESP WROOM-32 permite que la señal digital de ese sensor sea más suave, es decir, es más fácil obtener el valor, mientras que con variaciones abruptas y grandes; esto se logró mediante una resistencia de 10k $\Omega$ . Después de diseñar, la prueba en la curva de voltaje concluyó sobre el uso de la resistencia en el sensor de calidad del aire. El ESP WROOM-32 puede ser alimentado con cargas entre 3.0V y 3.6V, y se utilizaron dos tipos de fuentes de corriente.

#### 4.4.7 Programación del ESPWROOM-32 para la lectura de datos del sensor MQ135

##### Ilustración 19

*Código de calidad del aire*

```
1  Calidad del aire
2  char payload[100];
3  char topic[100];
4  int x = 0;
5  int valor = 0;
6  int estado_buena_calidad = 50;
7  int estado_regular = 100;
8  int estado_mala_calidad = 150;
9  int estado_muy_mala = 200;
10 void setup()
11 {
12     Serial.begin(9600);
13     pinMode(MQ135_PIN, INPUT);
14     delay(10);
15     leerMQ135();
16     conectarWifi();
17     conectarMQTT();
18 }
19 void loop()
20 {
21     leerMQ135();
22 }
23 void leerMQ135()
24 {
25     for(x = 0; x < 199; x++)
26     {
27         valor += analogRead(MQ135_PIN);
28     }
29     valor = valor / 200.0;
30     Serial.print("Calidad del aire ");
31     Serial.print(valor);
32     if(valor < estado_buena_calidad)
33     {
34         sprintf(payload, "%d", valor);
35         sprintf(topic, "%s%s", "/f/TEMPERATURA_ESP32");
36         Serial.print(" Buena");
37     }
38     else if(valor >= estado_buena_calidad && valor < estado_regular)
39     {
40         sprintf(payload, "%d", valor);
41         sprintf(topic, "%s%s", "/f/HUMEDAD_ESP32");
```

## Ilustración 20

*Código de calidad del aire parte final*

```
24 {
57   Serial.println();
58   Serial.println();
59   Serial.println();
60   delay(4000);
61 }
62 void conectarWifi()
63 {
64   delay(10);
65   Serial.println();
66   Serial.print("Conectando a ");
67   Serial.println(ssid);
68   WiFi.begin(ssid, password);
69   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
70   {
71     delay(500);
72     Serial.print(".");
73   }
74   Serial.println("");
75   Serial.println("WiFi conectado");
76   Serial.print("IP obtenido: "); Serial.println(WiFi.localIP());
77   delay(500);
78 }
79 void conectarMQTT()
80 {
81   Serial.println("\nConectando MQTT...");
82   if (mqtt.connect())
83   {
84     Serial.println("MQTT conectado");
85   }
86   else
87   {
88     Serial.println("MQTT no conectado");
89     while(1);
90   }
91   MQTT_PUBLISH_NT_vi = new Adafruit_MQTT_Publish(&mqtt, "/f/TEMPERATURA_ESP32");
92 }
```

#### **4.4.8 Desarrollo del código para la lectura y procesamiento de datos**

Conexión del sensor MQ135 a ESP-WROOM-32 La conexión del sensor gaseoso es relativamente simple en comparación con otros. Nuestro sensor cuenta con cuatro patas: una de 5V, la pata VG (voltaje de salida en el que la conexión va a la entrada AD) y la pata GND, que corresponde a la conexión a tierra. La última pata terminal es la pata H, que es la de precalentado, que, como se especificó antes, corresponderá a una conexión de 5V. De aquí necesitamos dos valores: el valor que corresponde a algún gas específico y el valor que le corresponde al gas que se quiere monitorear. Con esos valores realizamos un cálculo para saber cuántos ppm de gas tenemos; para el caso del MQ135, el valor que toma es el del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El siguiente es el encargado de brindarnos el dato de concentración de gas en ppm. Lo que hace es leer 1000 valores que oscilan entre 0 y 1023, luego se hace un cálculo sumando esos 1000 valores, dividiendo entre 1000 y, finalmente, se regresa este valor que corresponde a milésimas de voltaje en relación al gas que queremos medir. Para convertir este valor en ppm, la hoja de datos del MQ135 propone una fórmula para el CO<sub>2</sub>, teniendo en cuenta aspectos como la corriente aplicada. Sin embargo, al ser un sensor gaseoso, puede ser ampliamente modificado para otros compuestos mediante pruebas de campo. En este caso, nos centraremos en el CO<sub>2</sub>, ya que no se encuentra sujeto a cambios estacionales y es el más abundante de los presentes en el aire.

#### **4.4.9 Integración inalámbrica con Raspberry Pi 3**

Se eligió a Raspberry Pi 3 al ser una placa de bajo coste que tuviera un sistema operativo que diera mayor espacio para la programación en Python. Para esto, se hizo uso de la instalación de una librería en el sistema de Raspberry Pi 3, la cual permite el uso por defecto del script de "mail" que viene instalado en Raspbian, para ejercer una especie de mensajería entre las diferentes funciones definidas en el script principal como en el script donde esté llamando al script principal que en este caso es el ESPWROOM-32. Para este apartado se diseñó un circuito separado del diseño para el sensor para realizar la integración

inalámbrica con Raspberry Pi 3. El módulo ESP-12 es similar a ESPWROOM-32 en cuanto a dispositivo inalámbrico. Por lo que se utilizará nuevamente el serial del módulo ESP-32 pero esta vez para el envío inalámbrico al Raspberry Pi 3 del módulo del sensor MQ135. Las conexiones eléctricas que tendrá este diseño serán por medio de un pequeño protoboard, cables de puenteado macho a macho y cintas de cobre. El circuito que realizará la integración se detallará en la sección dos de este capítulo.

#### **4.4.9.1 Protocolos de comunicación utilizados**

Por el problema comunicativo que presentaban las redes en estrella de Ethernet, se hizo necesaria la búsqueda de una comunicación inalámbrica que cumpliera con el entrelazado de las redes y el envío simultáneo de alertas. Tras un análisis de pros y contras respecto a varios protocolos, se eligió el último protocolo, dado sus ventajas principalmente en el caso de comunicación entre dispositivos en el ámbito del hogar.

Este protocolo es mucho más flexible, barato y cuenta con un mayor rango de comunicación, ya que con una distancia de 100 metros sin obstáculos y con 10 metros atravesando muros de ladrillo, permitiría la conexión de centenares de aparatos en el hogar con una compartición del ancho de banda por el resto de los dispositivos de la red inalámbrica. Otro protocolo, por su parte, no fue deseado, ya que en primer lugar no contaba con una gran cobertura, aproximadamente 10 metros de rango con obstáculos. Pero quizá lo más relevante es que, en caso de llegarse a establecer un gran número de dispositivos, se vería gravemente afectada la salud de la batería del sensor principal respecto al resto, debido a la necesidad de una difusión constante de la información común a toda la red. Otro protocolo fue descartado debido, en gran medida, a su descarga de datos máxima por segundo, algo insostenible entre tantos dispositivos. En el entorno industrial o de lugar de trabajo, otro protocolo, por su capacidad mayor que los anteriores, fue descartado, aunque sus restricciones en cuanto a compromiso y uso exclusivo con una tarifa de datos previamente contratada no lo hicieron viable en lo que sería un hogar. Finalmente, otro protocolo, al igual que el elegido, fue descartado al no ser

posible el envío simultáneo de alertas, ya que para ello se requeriría un uso exclusivo del canal por parte del nodo que generara la alerta.

#### **4.4.9.2 Configuración de la conexión Wi-Fi**

Es importante que el módulo esté conectado a la red Wi-Fi adecuada. Para poder solventar eso, es necesario que seleccionemos la red Wi-Fi correcta. Luego de este sencillo cambio, las demás configuraciones permanecerán sin modificación. Del mismo modo que anteriormente, será proporcionado para ejecutarse desde la interfaz de línea de comandos, la cual se encuentra lista para ser utilizada.

En relación a la configuración provechosa y óptima para la operación del programa, podría aparecer la necesidad de habilitar o deshabilitar el modo cliente. Para la ejecución del presente, el dispositivo cuenta con todos los servicios y el modo cliente habilitado a plenitud, por lo que no será necesario realizar algún tipo de modificación o actualización una vez que haya sido subido el programa a la tarjeta. Una vez que se conecte con la red Wi-Fi, estas configuraciones quedarán guardadas en la memoria, lo que provoca el recordatorio de información en cada nueva conexión. Finalmente, el mensaje de conexión al encender la tarjeta permitirá ver el estado de la red, proporcionando la dirección IP que se le haya proporcionado al módulo una vez haya obtenido su lugar en la red interna, información relevante para el caso específico de este proyecto. Permitiendo de esta forma tratar con entradas y salidas por consola de esta conexión.

#### **4.4.10 Envío de alertas por correo electrónico**

Cuando los valores de los gases son superiores a los permitidos y no solo se quiere visualizar en el dispositivo de recolección, sino en cualquier dispositivo que tenga una conexión a internet, como la PC, Tablet o smartphone.

##### **4.4.10.1 Configuración de correo en Raspberry Pi**

Ingresaremos a nuestro Raspberry Pi, y en la pestaña izquierda abriremos la terminal. Una vez abierta la terminal de Raspberry, nos vamos a dirigir a la siguiente URL y activaremos la opción de acceso de aplicaciones menos



seguras; caso contrario, no podrá usar los servidores de Gmail, así podrá enviar un correo electrónico. Instalaremos la librería SMTPlib a través del siguiente comando. Con la librería previamente instalada y habilitado el acceso de aplicaciones menos seguras, en el archivo meharemail.py escriba el siguiente código:

### Ilustración 21

*Código de configuración del correo electrónico*

```
1 user = "" password = "" destinatario = ""
2 asunto = "Alerta de Gases" mensaje = "Los valores de CO2 han excedi
3 correo =
4 correo.starttls()
5 correo.login(user, password)
6 asunto = asunto
7 mensaje = asunto + "\n" + mensaje
8 correoelectronico =
9 correo.attach(correoelectronico)
0 correoelectronico =
1 correo.attach(correoelectronico)
2 os.remove("LogsEnviar.txt")
3 correo.sendmail(user, destinatario, correo.as_string())
4 correo.quit()
```

#### 4.4.10.2 Configuración de los servidores de correo

En esta sección se explicará el procedimiento para configurar un servidor de correo con la cuenta de Google y poder realizar el envío de los correos de alerta que ocasionen el sensor MQ135. Es importante mencionar que se pide una configuración de seguridad adicional para el iPad; esta configuración se mencionará al final del procedimiento para evitar confusiones.

Procedimiento para configurar la cuenta de Google:

- Presionar Inicio > Configuración > Cuentas > Agregar cuenta > Correo electrónico.

- En el cuadro de diálogo Agregar una cuenta, seleccionar el proveedor de correo electrónico. Si no se muestra la cuenta de proveedor de correo electrónico, seleccionar "Otra".

- Configurar el correo electrónico internamente.

Iniciar el iPad y presionar el ícono “Ajustes”.

- Seleccionar la opción “Correo, Contactos, Calendarios” a la izquierda, o en el nuevo sistema operativo, desplazarse hacia abajo y seleccionar “Correo”.

- Presionar “Agregar Cuenta”, seleccionar “Otra”. Ingresar información.

Es de suma importancia que la cuenta de correo utilizada sea una cuenta de Gmail, ya que al seleccionar la cuenta mencionada anteriormente se desplegará un código QR que se integrará a la librería. Ingresaremos además los datos correspondientes a su cuenta de correo de Gmail y permitiremos que la seguridad de Gmail esté disponible para todos los dispositivos anti-sospechosos que detecte.

#### **4.4.10.3 Desarrollo del código para el envío de correos**

El servicio de mensajería de correo electrónico es un sistema para enviar mensajes con datos, configuraciones y avisos entre diferentes dispositivos de forma inalámbrica, si se encuentra la conectividad. La manera de enviar correos desde una placa ESP32 se simplifica mucho con la utilización de Internet Protocolos, es decir, no requiere su propio servicio, ya que se tienen los servicios de un servidor previamente implementados, y aquellos solo siguen un protocolo preestandarizado. Para empezar, se debe crear una cuenta en la página correspondiente, después se deberá configurar una nueva API para generar una nueva llave y poder vincular la cuenta creada a la placa de IoT. Una vez generada, nos servirá el API key y el host, para asignar los siguientes parámetros.

En el código generado se debe especificar el correo que se desee utilizar para enviar los mensajes. Se parte de enunciar las bibliotecas que estaremos utilizando con el ESP32, principalmente establecer el protocolo de redes y la dirección de correo. En el método setup se inicia el primer puerto RAM, que es el que se encargará de los parámetros de envío de correo, los cuales son especiales para ser recibidos, haciendo una validación con el siguiente comando. En este proceso se deberá colocar la dirección de correo a la cual se

desea enviar los correos-instrucciones. Estos son los únicos parámetros que se van a modificar, es decir, los datos del destino o quién envía el correo, pasando ahora en el proceso de loop a enviar los correos. Al final se evaluará que el envío sea correcto imprimiendo un mensaje en el puerto de consola dependiendo del caso. Es decir, también que para que esta configuración planeada funcione, es imperativo asegurarse de que la red local tenga activos los protocolos de redes. Los siguientes comandos a continuación nos ayudarán a realizar una comprobación.

#### **4.4.11 Envío de alertas por mensajería**

En supuesto de emergencia, como incendio ocasionado por un corto circuito mientras no hay nadie o si no se está atendiendo el lugar, se deben enviar alertas por mensajería para que los usuarios estén enterados de su porcentaje de concentración de gas y dar aviso solo del confinamiento del lugar. Dichas alertas se pueden mandar por medio del servicio de mensajería instantánea y tienen el siguiente formato: cuando se mide la concentración de un gas, la alerta se manda con el porcentaje que indique a los usuarios que tienen visibilidad del sensor, asegurándose así de que los mensajes les lleguen correctamente. De no ser así, se les pide que avisen al encargado para que les dé la visibilidad correspondiente. APRENDIZAJE: A continuación, se mostrarán los pasos para integrar el hardware electrónico que se usó, difundir mensajes a través de la red y la configuración de la escritura de mensajes desde la Raspberry y la integración con el dispositivo auxiliar para difundir mensajes y, a su vez, alertas por parte de los operarios, debido a que se almacenarán en tiempo real por su conexión inalámbrica. La manera de difundir un mensaje a través de la red será la plataforma mediante dos paquetes con dos fines distintos que no son los relevantes. A través del chat creador y el bot que se usará para difundir alertas a los operarios. En la placa Raspberry se instalan dos paquetes de pip y se escribe mensajería con la paquetería que se debe configurar con el token único de nuestro bot creado y con el respectivo de los operarios, para recibir y escribir alertas.

#### **4.4.11.1 Integración de APIs de mensajería como Telegram y WhatsApp**

Hoy en día, el uso de "smartphones" o "teléfonos inteligentes" está en constante crecimiento, superando a la venta de teléfonos móviles convencionales. De igual manera, el acceso a internet ha venido evolucionando, permitiendo a los usuarios navegar por la web, enviar correos, reproducir música, ver vídeos e interactuar con el mundo a través de las redes sociales, entre una gran variedad de aplicaciones, ya sean web, de escritorio y destinadas específicamente a plataformas Android o iOS. Por estas razones, se seleccionaron dos plataformas de mensajería constante en crecimiento para acceder directamente a los dispositivos móviles de los interesados.

Atendiendo a las necesidades de los usuarios finales y su tendencia en el mercado, se seleccionaron dos plataformas de mensajería y los motivos de su selección a continuación: 1. Telegram. 2. WhatsApp.

A continuación, se mencionan las razones por las cuales se pretende mantener informados a los usuarios finales de los niveles de concentración de los gases presentes en el ambiente en el que se encuentran, a través de las plataformas de mensajería alcanzables desde sus dispositivos móviles y personales. Adicionalmente, se busca notificar el nivel de toxicidad del aire, aquellas horas del día en las que no se registra gas alguno o advertir cuando el sensor ionizante haya estado desconectado por algún incidente que pueda haber causado la falta de datos.

#### **4.4.11.2 Desarrollo del código para el envío de mensajes**

están los componentes del código que elaboré para avisar cuando se haya sobrepasado el umbral previamente definido. Se describe en comentario cada sección que compone el código. Como se puede apreciar en la descripción, es necesario tener una cuenta de Firebase y definir los parámetros de esta dentro del código.

Componentes del código para el envío de mensajes.

Como se puede apreciar en el primer paso es verificar si el módulo cuenta con conexión a internet; de no ser así, no realiza ninguna actividad. En caso

contrario, guarda la información en la variable 'localip' y compara el valor con el valor que se pasó como parámetro. Si los valores coinciden, devuelve el valor de 'isRegistered'. De lo contrario, devuelve false.

## Ilustración 22

*Código de para el envío de mensajes.*

```
1  #include <WiFi.h>
2
3  const char* ssid = "YOUR_SSID";
4  const char* password = "YOUR_PASSWORD";
5
6  const int mq135Pin = 34; // Pin donde está conectado el sensor MQ-135
7
8  void setup() {
9      Serial.begin(115200);
10     WiFi.begin(ssid, password);
11
12     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
13         delay(1000);
14         Serial.println("Connecting to WiFi...");
15     }
16     Serial.println("Connected to WiFi");
17 }
18
19 void loop() {
20     int mq135Value = analogRead(mq135Pin);
21     Serial.print("MQ-135 Value: ");
22     Serial.println(mq135Value);
23
24     // Enviar el valor a la Raspberry Pi (este es un ejemplo simple, puedes usar MQTT, HTTP, etc.)
25
26     delay(2000);
27 }
28
```

## 5 CAPÍTULO V

### EVALUACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se evaluarán los resultados obtenidos hasta el momento, brindando una descripción del estado actual del sistema desarrollado y comparando los resultados con los ideales para un sistema de detección de humo inalámbrico. Desde el principio se presentan dificultades que lastran el sistema, se detallan las mismas y se describen qué consecuencias tienen en el desarrollo del proyecto. Posteriormente, se presentan los resultados obtenidos del testeo del sensor en el proceso de construcción de varios sistemas, identificándose las fallas encontradas a medida que se avanzaba en el proyecto. Para finalizar, se comparan los resultados obtenidos del testeo elegido con la solución avanzada y se presenta un caso de aplicación. A lo largo del presente capítulo, se expusieron una serie de inconvenientes que contrastan con los problemas teóricos esperables de este proyecto. Uno de los puntos más conflictivos fue la elección de una unidad de programación que ocupe el menor tamaño posible, con la posibilidad de utilizar comunicación inalámbrica, de tamaño reducido o modular para utilizarlo en una PCB, y con un precio reducido. Por más que ya contamos con la experiencia de utilizar la Raspberry Pi, no tiene las características deseadas para dicho funcionamiento. De todas maneras, no consideramos esto como un error o inconveniente, debido a que esta situación no estaba dentro del alcance inicial del proyecto. Solamente fue un obstáculo que nos ralentizó el avance del mismo. También se les dedica una sección extensa a la influencia de la humedad en la medición del sensor, un aspecto muy poco mencionado. Por último, otro de los problemas obtenidos que afectó directamente al trabajo fue el bug en los sensores con el que se estuvo trabajando. En todos estos casos se considera que se tomaron buenas decisiones, pero que en el desarrollo de nuevos sistemas, estos deberían ser reconsiderados para que el proyecto no se retrase de esta manera nuevamente.

## **5.1 Introducción**

El fuego ha sido una herramienta fundamental para el desarrollo de la humanidad. Sin embargo, el fuego, en situaciones descontroladas, ha provocado catástrofes para la humanidad, ha generado grandes menguas económicas y pérdida de bienes culturales. Los diferentes medios y espacios de difusión de la mayoría de los países presentan datos y noticias sobre la gran cantidad de incendios forestales, edificaciones, empresas, hospitales y otros. Se puede destacar entre todos los derivados de fallas accidentales en los sistemas eléctricos, que en muchas ocasiones provocan severas afectaciones. Dentro de los sistemas eléctricos de control y seguridad, se desarrollan los sistemas de detección y control de fuego, integrales en las estructuras y particularidades de cada tipo de edificación, cuya correcta selección y diseño reducirán significativamente la probabilidad de sufrir pérdidas humanas y materiales. La implementación de distancia entre los elementos del sistema, la disminución de los precios de los componentes utilizados por el sistema, la reducción de las dimensiones de los sensores y la importancia del cuidado del medio ambiente han llevado a los diseñadores e integrantes del personal de seguridad a buscar soluciones sofisticadas, innovadoras y económicas.

Este trabajo de desarrollo, implementación y evaluación se ha basado en la utilización de la propiedad de los elementos susceptibles de ser alcanzados por el fuego de sintetizar compuestos muy estables y con gran poder calorífico, denominados humos, empleados en los dispositivos de detección de humo, susceptibles de ser utilizados en la mayor parte de los sistemas de detección y control de fuego, independientemente de su configuración constructiva o sistema de transmisión de información, bien sea al resto del sistema de protección y control o a los diferentes periféricos, relativos a sistemas auxiliares o de aviso a los ocupantes de la edificación.

## **5.2 Presentación y monitoreo de resultados**

Una vez finalizadas las programaciones en códigos, se procede a realizar la lectura de los datos ofrecidos por el sensor MQ135, tanto la concentración del gas CO<sub>2</sub> como del gas de alcohol. Con la recolección de los datos se pueden

observar los resultados a través de los entornos de desarrollo de cada hardware. Para lo que es el ESP-WROOM-32, se conoce como monitor serial. Una vez finalizadas las programaciones en códigos para el canal ROS, se procede a realizar ejecuciones de lectura de los datos ofrecidos por el sensor MQ135, tanto la concentración de gas CO<sub>2</sub> como el gas de alcohol, para visualizar los resultados a través de una interfaz gráfica. Una vez finalizadas las programaciones en códigos, se procede a realizar las pruebas en la parte física del circuito realizado en trabajos anteriores. Una vez obtenidos los datos para ambos canales, se procede a observar cómo es el comportamiento de los datos en el caso de un aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> o, en su defecto, el aumento de alcohol en una habitación.



### 5.3 Interpretación objetiva

Para asegurar el cumplimiento continuo con la norma NFPA 72 en sistemas de detección de humo, es fundamental realizar mantenimientos regulares, pruebas de funcionamiento y capacitaciones del personal. Además, se debe documentar cada actividad y actualizar los sistemas según las revisiones de la norma para garantizar su eficacia monitoreo y supervisión continua.

#### Ilustración 23

*Resultado de laboratorio propuesto*



**Sistemas de Monitoreo:** Implementar sistemas de monitoreo que aseguren la supervisión constante de los sistemas de alarma contra incendios. Esto incluye estaciones de supervisión y métodos avanzados que permiten una respuesta rápida ante emergencias.

**Alertas Automáticas:** Utilizar tecnología que envíe alertas automáticas a los servicios de emergencia y al personal responsable en caso de detección de humo o gases nocivos.

### **5.3.1 Mantenimiento y Pruebas Regulares**

**Inspecciones Periódicas:** Realizar inspecciones y pruebas regulares de todos los componentes del sistema de alarma, incluyendo detectores, paneles de control y dispositivos de notificación.

**Documentación de Mantenimiento:** Mantener un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento y pruebas realizadas, asegurando que se sigan los procedimientos establecidos por NFPA 72.

### **5.3.2 Capacitación del Personal**

**Entrenamiento Regular:** Proporcionar capacitación continua al personal sobre el funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de alarma, así como sobre los procedimientos de respuesta ante emergencias.

**Simulacros de Emergencia:** Realizar simulacros de emergencia para familiarizar al personal con el uso de los sistemas de alarma y la respuesta adecuada en situaciones de crisis.

### **5.3.3 Actualización de Sistemas**

**Revisiones de Normativa:** Mantenerse informado sobre las actualizaciones y revisiones de la norma NFPA 72, adaptando los sistemas y procedimientos según sea necesario.

**Integración de Nuevas Tecnologías:** Evaluar e integrar nuevas tecnologías que mejoren la eficacia y confiabilidad de los sistemas de detección y alarma.

### **5.3.4 Cumplimiento Normativo**

**Auditorías de Cumplimiento:** Realizar auditorías internas y externas para verificar que todos los sistemas y procedimientos cumplen con los requisitos de NFPA 72.

**Colaboración con Expertos:** Consultar con expertos en seguridad contra incendios para asegurar que se implementen las mejores prácticas y se cumplan los estándares requeridos.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

El sistema de detección de humo ALERTFIRE instalado en el aula de prácticas de electrónica y digitales de la ULEAM ha demostrado ser eficaz en la identificación temprana de humo y gases nocivos, proporcionando alertas oportunas a los usuarios.

La adaptación del sistema a las características específicas del aula de prácticas ha permitido una integración efectiva con los dispositivos y equipos electrónicos utilizados, asegurando que los sensores estén ubicados estratégicamente en áreas críticas.

La implementación del sistema cumple con la normativa NFPA 72, lo que garantiza que el sistema de alerta y detección de humo esté diseñado y operado según estándares de seguridad reconocidos internacionalmente.

El uso de la tarjeta ESP32 ha permitido un monitoreo en tiempo real y la emisión de notificaciones a dispositivos móviles y pantallas de control central, mejorando la capacidad de respuesta ante posibles peligros.

Las pruebas controladas del sistema, simulando diversas situaciones de emergencia, han validado la eficiencia y precisión del sistema en la emisión de alertas tempranas, contribuyendo a la seguridad del aula de prácticas.

## **Recomendaciones**

Se recomienda realizar mantenimiento periódico del sistema de detección de humo y gases, incluyendo la calibración de los sensores y la revisión de las conexiones con la tarjeta ESP32, para asegurar un funcionamiento óptimo.

Ofrecer capacitación continua a los usuarios del aula de prácticas sobre el funcionamiento del sistema ALERTFIRE y los procedimientos a seguir en caso de una alerta, para garantizar una respuesta rápida y efectiva ante emergencias.

Considerar la actualización de los equipos y sensores del sistema según avances tecnológicos y nuevas normas de seguridad, para mantener la efectividad y cumplimiento normativo del sistema a lo largo del tiempo.

Implementar soluciones de monitoreo en la nube para permitir una supervisión remota del sistema de alerta, facilitando la gestión y el control del sistema desde cualquier ubicación.

Mantener una documentación detallada y actualizada del sistema de detección de humo ALERTFIRE, incluyendo manuales de usuario, registros de mantenimiento, y protocolos de emergencia, para asegurar la continuidad y confiabilidad del sistema.

## Bibliografía (artículos, libros)

Alvarado, E., Vinicio, J., Quintana, G., & Israel, J. (2024). *Optimización de un sistema domótico con Node-red para detección y prevención de incendios en ambientes residenciales y comerciales empleado en el laboratorio de telecomunicaciones*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/29213>

ISO - Normas. (2025). <https://www.iso.org/es/normas>

ISO 7240-29:2024 - *Fire detection and alarm systems — Part 29: Video fire detectors*. (2024). <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/33/83347.html>

ISO 9001:2015/Amd 1:2024 - *Quality management systems — Requirements — Amendment 1: Climate action changes*. (2024). <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/84/88431.html>

ISO/IEC 27001:2022/Amd 1:2024 - *Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security management systems — Requirements — Amendment 1: Climate action changes*. (2024). <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/84/88435.html>

*Joystick de codificación, controlador de juego arcade conectado a Raspberry Pi 3b +/3b, kits de placa base individuales - AliExpress 44*. (n.d.). Retrieved January 13, 2025, from <https://es.aliexpress.com/i/33028584689.html>

LEY ORGANICA DE EDUCACION SUPERIOR, LOES. (2018). [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec)

Lorenzetti, R. (2021). *EL NUEVO ENEMIGO el colapso ambiental; como evitarlo*. SUDAMERICANA. [https://play.google.com/store/books/details/EI\\_nuevo\\_enemigo\\_EI\\_colapso\\_ambiental\\_C%C3%B3mo\\_evitarlo?id=PXJEEAAAQBAJ&hl=es](https://play.google.com/store/books/details/EI_nuevo_enemigo_EI_colapso_ambiental_C%C3%B3mo_evitarlo?id=PXJEEAAAQBAJ&hl=es)

Macchiavello Almeida, G. E. (2023). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*.  
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/2.-NEC-HS-CI-Contra-Incendios.pdf>

*MQ135 Air Quality Smoke Gas Sensor Module*. (n.d.). Retrieved January 13, 2025, from <https://www.circuits-diy.com/mq135-air-quality-smoke-gas-sensor/>

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. (2025). *NFPA 72, Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización (2022)*.  
<https://www.nfpa.org/es/product/codigo-nfpa-72/p0072code/nfpa-72-codigo-nacional-de-alarmas-de-incendio-y-se-alizaci-n-2022/7222e?Edition=2025&Language=Spanish&Format=Softbound&type=physical#sobre-este-producto>

*Procesos de software*. (2017).  
<https://macelis83.blogspot.com/2017/08/procesos-de-software.html>

Rios Trujillo, E. (2024). *PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE LA MICROCUENCA*. Universidad Mayor de San Simón.

*Tema 2 :: informaticainedicdelahoz*. (n.d.). Retrieved January 13, 2025, from <https://informaticainedicdelahoz.webnode.com.co/octavo-grado/tercer-periodo/tema-2/>

*Ventajas y desventajas de la metodología Scrum*. (n.d.). Retrieved January 13, 2025, from <https://blog.wearedrew.co/productividad/-ventajas-y-desventajas-de-la-metodologia-scrum>

## **Anexos**

## **Glosario**

**ALERTFIRE:** alerta de fuego

**Equipos Smart:** Equipos inteligentes002E

**F104:** Aula de Práctica 104 de electrónica y digitales.

**NFPA 72:** National Fire Alarm and Signaling Code

**WSAN:** Wireless Sensor Networks.

**ULEAM:** Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí