



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS  
COMPUTACIONALES**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL EN LA DETECCIÓN Y  
PREVENCIÓN DE FUGA DE GAS (G.L.P) EN EL CANTÓN LA MANÁ”.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniería en  
Informática y Sistemas Computacionales.

**AUTORES:**

Guamán Bajaña Denis Miguel

Toaquiza Vega Italo Moises

**TUTOR:**

Ing. M.Sc. Johnny Xavier Bajaña Zajia

**LA MANÁ-ECUADOR  
SEPTIEMBRE-2020**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Los estudiantes Guamán Bajaña Denis Miguel y Toaquiza Vega Italo Moises, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL EN LA DETECCIÓN Y PREVENCIÓN DE FUGA DE GAS (G.L.P) EN EL CANTÓN LA MANÁ, siendo el M.Sc. Johnny Xavier Bajaña Zajia, tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificaos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Guamán Bajaña Denis Miguel  
C.I:1207037316




Toaquiza Vega Italo Moises  
C.I:0503468480

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL EN LA DETECCIÓN Y PREVENCIÓN DE FUGA DE GAS (G.L.P) EN EL CANTÓN LA MANÁ, de los estudiantes: Guamán Bajaña Denis Miguel y Toaquiza Vega Italo Moises, de la carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 16 de septiembre 2020



M.Sc. Johnny Xavier Bajaña Zajia  
C.I: 1204827115  
**TUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad del Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería Y Aplicadas por cuanto los postulantes: Guamán Bajaña Denis Miguel y Toaquiza Vega Italo Moises con el título de Proyecto de Investigación: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL EN LA DETECCIÓN Y PREVENCIÓN DE FUGA DE GAS (G.L.P) EN EL CANTÓN LA MANÁ, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, 16 de Septiembre del 2020

Para constancia firman:



Ing. Mgr. Jaime Mesias Cajas  
C.I: 0502359250  
**LECTOR 1 PRESIDENTE**



Ing. M.Sc. Rodolfo Najarro Quintero  
C.I: 1725234569  
**LECTOR 2 MIEMBRO**



Ing. M.Sc. Alba Marisol Córdova Vaca  
C.I: 1804093779  
**LECTOR 3 SECRETARIO**

## CERTIFICACIÓN

El Sr. Rendon Jorge con C.I.: 1204044810, JEFE DE PREVENCIÓN DEL CUERPO DE BOMBERO DEL CANTÓN QUEVEDÓ certifica que:

Los Señores Guamán Bajaña Denis Miguel y Toaquiza Vega Italo Moises, estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, cumplieron a cabalidad con la revisión técnica para la aprobación calificada MUY BUENO para la implementación del proyecto con el nombre de “DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL EN LA DETECCIÓN Y PREVENCIÓN DE FUGA DE GAS (G.L.P) EN EL CANTÓN LA MANÁ”, el mismo que cumple con todos los requerimientos de las medidas de seguridad establecidos en el transcurso de su investigación.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los interesados hacer uso del presente documento siempre y cuando este dentro de las leyes.

Quevedo, 25 de agosto del 2020

Atentamente;

  
Jorge Rendon  
C.I.: 1204044810  
  
JEFE DE PREVENCIÓN DEL CUERPO DE BOMBARDEROS DEL CANTÓN QUEVEDO



*AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma Inglés presentado por los estudiantes Egresados de la Facultad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Guamán Bajaña Denis Miguel con cédula de ciudadanía 120703731-6 y Toaquiza Vega Italo Moises con cédula de ciudadanía 050346848-0, cuyo título versa “DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL EN LA DETECCIÓN Y PREVENCIÓN DE FUGA DE GAS (G.L.P) EN EL CANTÓN LA MANÁ”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo las peticiones hacer uso del presente certificado de la manera ética que considere conveniente.

La Maná, Septiembre del 2020

Atentamente,

M.Sc. Ramón Amores Sebastián Fernando  
C.I: 050301668-5  
**DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradecemos a Dios por habernos dado mucha sabiduría, salud y vida para alcanzar nuestra meta tan anhelada, a nuestro padres y hermanos por todo el apoyo incondicional a lo largo de nuestra formación estudiantil, a nuestros docentes que de una u otra forma nos inculcaron sus valiosos conocimientos, enseñanzas e ideas innovadoras y así crecer día a día como profesionales. A la Universidad Técnica de Cotopaxi por permitirnos formar parte de su familia hace 5 años para iniciar y culminar nuestra carrera con una meta planteada la de ser profesional, Nuestro eterno agradecimiento a quien nos guió constantemente con sus consejos, correcciones y su ayuda incondicional en todo momento, como es nuestro tutor y amigo, el Ing. Johnny Xavier Bajaña, quien nos ayudó con su experiencia, conocimiento, motivación y paciencia en el desarrollo de este proyecto de investigación.*

**Los autores**

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo de investigación a Dios por darme salud, sabiduría y paciencia para poder lograr esta meta tan anhelada. A mi padre Miguel Guamán quien es el pilar fundamental en mí, por haberme apoyado siempre en mi carrera, por darme sus valiosos consejos y ser mi fortaleza para seguir adelante, a mi madre Mercedes Bajaña por consejos y motivación que nunca desmayaron y abuelos, hermanos por esta siempre en las buenas y en las malas dándome su apoyo incondicional, ellos son el motivo más importante en mi vida. También a mis familiares y amigos que de una u otra manera me motivaron con sus consejos a seguir adelante hasta alcanzar mi propósito.*

**Denis**

*El presente trabajo investigativo lo dedico a Dios por darme salud y vida en este largo recorrido estudiantil para obtener mi profesión, a mi familia por darme sus consejos, motivación y haber sido el apoyo incondicional que siempre necesitaba para seguir adelante con mi carrera universitaria. También quiero dedicarlo a todas esas personas especiales, amigos/as que estuvieron siempre apoyándome físicamente y moralmente en este largo camino de mi carrera.*

**Italo**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TÍTULO:** “DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL EN LA DETECCIÓN Y PREVENCIÓN DE FUGA DE GAS (G.L.P) EN EL CANTÓN LA MANÁ”.

**Autores:**

Guamán Bajaan Denis Miguel

Toaquiza Vega Italo Moises

### RESUMEN

En innumerables ocasiones todos hemos sido testigos de visualizar por medios de comunicación, la magnitud de pérdidas humanas y materiales que una explosión por fuga de gas ha causado, y esta no es simplemente un área determinada, al contrario, es una problemática a nivel nacional. Debido a esto, diversas entidades especializadas en el tema han propuesto distintas maneras de prevenir este tipo de acontecimientos negativos que se dan los hogares, el cuerpo de bomberos ha puesto énfasis en elaborar un plan de prevención frente a estos sucesos, proponiendo recomendaciones de prevención y cuidados al momento de dar uso de este insumo de tal forma que podamos evitar daños futuros, por consiguiente es necesario la verificación del cilindro, válvula y manguera para proceder con una correcta instalación de los anillos de seguridad. Este insumo domestico se consume mayormente en actividades particulares centradas en la cocina o en la ducha. Actualmente se estima que alrededor de un 90% de los hogares ecuatorianos usan gas licuado de petróleo (G.L.P) para preparativos de alimentos; aun al no existir una normativa que regule el manejo de los cilindros de gas en el hogar o que a su vez no cuenten con un sistema que prevengan y provean seguridad. Evidentemente, diversas organizaciones están en un proceso de innovación constantes para el desarrollo e implementación de dispositivos de prevención para que con la ayuda de estos elementos se reduzcan los sucesos catastróficos. Las fugas de gas son detalles muchas veces impredecibles e imperceptibles, entonces un sistema de prevención de fuga de gas tendrá un rol importante en la seguridad del hogar y de esta manera se evitarán este tipo de incidentes. Esta herramienta tecnológica cuenta con un sistema de control de detección y prevención de fuga de gas, se aprovechó y se utilizó todos los elementos tecnológicos necesarios que se encuentran en el mercado, debido a que muchos proyectos investigativos han dado respuestas positivas en cuanto a funcionamiento de proyectos elaborados. La seguridad que brinda este sistema cumple con las expectativas deseadas y contemplando su función que es la detección y prevención de fuga de gas, alertando así tanto al usuario, dentro o fuera de su hogar como a la autoridad competente de socorro. El sistema es comprensible, accesible y fácil de usar, teniendo en cuenta que los componentes electrónicos utilizados para la elaboración cumplen con las normas de funcionamiento establecidos por la programación, notificando mediante una llamada de alerta al propietario de la vivienda, posterior a ello se envía un mensaje de texto a la autoridad competente y ésta cuenta con detalles del lugar donde se encuentra el sistema, permitiendo una respuesta inmediata dado el caso.

**Palabras Clave:** Gas Licuado de Petróleo, Cilindro de gas, Sistema, Componentes electrónicos, Herramienta tecnológica.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

**TITLE:** “DESIGN OF A CONTROL SYSTEM IN THE DETECTION AND PREVENTION OF GAS LEAKAGE (G.L.P) IN THE CANTON OF LA MANÁ”

**Authors:**

Guamán Bajaña Denis Miguel

Toaquiza Vega Italo Moises

### ABSTRACT

On countless occasions we have all witnessed through the media, the magnitude of human and material losses that an explosion due to gas leakage has caused, and this is not simply a specific area, on the contrary, it is a national problem. Due to this, various entities specialized in the subject have proposed different ways to prevent this type of negative events that occur in homes, the fire department has placed emphasis on developing a prevention plan against these events, proposing prevention recommendations and care when using this input so that we can avoid future damage, so it is necessary to verify the cylinder, valve and hose to proceed with a correct installation of the safety rings. This domestic input is mostly consumed in particular activities centered on the kitchen or the shower. Currently it is estimated that around 90% of Ecuadorian households use liquefied petroleum gas (LPG) to prepare food; even in the absence of a regulation that regulates the handling of gas cylinders at home or that once they do not have a system that prevents and provides security. Obviously, various organizations are in a process of constant innovation for the development and implementation of prevention devices so that with the help of these elements catastrophic events are reduced. Gas leaks are often unpredictable and imperceptible, so a gas leak prevention system will play an important role in home security and in this way these types of incidents will be avoided. This technological tool has a gas leak detection and prevention control system, all the necessary technological elements that are in the market were used, because many research projects have given positive responses in terms of the operation of elaborated projects. The security provided by this system meets the desired expectations and contemplating its function, which is the detection and prevention of gas leaks, thus alerting both the user, inside or outside his home, and the competent relief authority. The system is understandable, accessible and easy to use, taking into account that the electronic components used for the elaboration comply with the operating standards established by the programming, notifying the homeowner by means of an alert call, a text message is sent to the competent authority afterwards and it has details of where the system is located, allowing an immediate response given the case.

**Keywords:** Liquefied Petroleum Gas, Gas Cylinder, System, Electronic Components, Technology Tool.

## ÍNDICE GENERAL

1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
CAPITULO I.....	2
2. RESUMEN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS .....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	6
CAPITULO II .....	7
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	7
8.1 Antecedentes.....	7
8.2 Gas Licuado de Petróleo.....	7
8.3 Sistema de control .....	14
8.4 Métodos de diseño .....	15
8.5 Detección y prevención de fuga de gas GLP.....	15
8.6 Arduino.....	18
8.7 Selección de recursos.....	19
8.8 Sensor de gas .....	19
8.8.1 Selección de sensores detectores de GLP .....	20
8.9 Medida de concentración o unidad de medida de concentración de GLP.....	23
8.10 Pantalla LCD Led 16*2 .....	24
8.11 Protoboard .....	26
8.11.1 Uso de placas protoboard para ensayar circuitos .....	26
8.12 Selección de módulo de control del sistema.....	27
8.13 Modulo GSM/GPRS SIM 900.....	28
8.14 Fundamentación legal.....	30

8.14.1 Constitución de la república del Ecuador 2008 .....	30
CAPITULO III.....	33
9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	33
9.1. HIPÓTESIS .....	33
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	34
10.1 Investigación bibliográfica y documental.....	34
10.1.1 Etapas de la metodología del proyecto .....	34
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	36
11.1 Propuesta tecnológica.....	36
11.2 Análisis de factibilidad .....	36
11.2.1 Factibilidad operacional .....	36
11.2.2 Factibilidad técnica.....	37
11.2.3 Factibilidad legal .....	40
11.2.4 Factibilidad económica del sistema.....	40
11.3 Validación de la propuesta. ....	40
11.4 Población y muestra .....	40
11.4.1 Procedimiento de análisis de los resultados .....	41
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES, O ECONÓMICOS) .....	49
13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	50
CAPITULO IV.....	52
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
14.1. CONCLUSIONES.....	52
14.2 RECOMENDACIONES .....	53
15. BIBLIOGRAFÍA .....	54
16. ANEXOS.....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios del proyecto .....	4
Tabla 2: Actividades y tareas.....	6
Tabla 3: Diferencias entre Gas Natural y GLP.....	9
Tabla 4: Propiedades físicas de los componentes del GLP. ....	11
Tabla 5: Características de las placas Arduino .....	17
Tabla 6: Sensores de GLP .....	20
Tabla 7: Comparación de características de los sensores MQ .....	21
Tabla 8: Gas combustible con su límite de explosión. ....	24
Tabla 9: Descripción en detalle de los pines de conexión.....	25
Tabla 10: Características de módulos GSM .....	27
Tabla 11: Resultado de encuesta, pregunta 1 .....	42
Tabla 12: Resultados de encuesta, pregunta 2 .....	43
Tabla 13: Resultados de encuesta, pregunta 3 .....	44
Tabla 14: Resultados de encuesta, pregunta 4 .....	45
Tabla 15: Resultados de encuesta, pregunta 5 .....	46
Tabla 16: Resultados de encuesta, pregunta 6 .....	47
Tabla 17: Resultados de encuesta, pregunta 7 .....	48
Tabla 18: Gastos Varios .....	50
Tabla 19: Recursos .....	51
Tabla 20: Cronograma de actividades .....	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de taques o cilindros de comercialización del GLP.....	10
Figura 2: Pasos para la correcta manipulación de cilindros de gas de GLP.....	13
Figura 3: Esquema general de un sistema.....	14
Figura 4: Esquema de funcionamiento de un sistema de control.....	15
Figura 5: Modulo Arduino Uno.....	18
Figura 6: Dato Técnico de sensor MQ-2.....	23
Figura 7: Pantalla LCD Led.....	24
Figura 8: Placa Protoboard para ensayar circuitos.....	27
Figura 9: Placa Arduino Sim900 GSM GPRS.....	28
Figura 10: Resultados de la pregunta 1.....	42
Figura 11: Resultado de la pregunta 2.....	43
Figura 12: Resultado de la pregunta 3.....	44
Figura 13: Resultado de la pregunta 4.....	45
Figura 14: Resultado de la pregunta 5.....	46
Figura 15: Resultado de la pregunta 6.....	47
Figura 16: Resultado de la pregunta 7.....	48
Figura 17: Diseño del circuito.....	61
Figura 18: Esquema del circuito.....	61
Figura 19. Elaboración de agujeros.....	64
Figura 20: Ubicación de tarjeta Arduino.....	64
Figura 21: Ajuste de placa Arduino Uno.....	65
Figura 22: Aplicación de pegamento.....	65
Figura 23: Fijación del protoboard.....	66
Figura 24: Colocación de Buzzer.....	66
Figura 25: Fijación de Display.....	67
Figura 26: Colocación de Leds.....	67
Figura 27: Sistema con sus conexiones.....	68
Figura 28: Adecuación de cables.....	69
Figura 29: Vista frontal del proyecto ya armado.....	70
Figura 30: Vista inferior del proyecto.....	70
Figura 31: Instalación del sistema para las pruebas de funcionalidad.....	71

Figura 32: Sistema en funcionamiento .....	72
Figura 33: Sistema en estado de alerta .....	72
Figura 34: Sistema en (estado Normal).....	73
Figura 35: Interfaz de programación Arduino .....	74
Figura 36: Interfaz de programación Arduino.....	74
Figura 37: Llamada entrante por parte del sistema .....	78
Figura 38: Mensaje de alerta de parte del sistema notificando fugas de gas.....	79
Figura 39: Mensaje que contiene ubicación del domicilio en emergencia.....	80
Figura 40: Ubicación del lugar localizado en Google Maps. ....	81
Figura 41: Esquema de conexión del sistema.....	82
Figura 42: Insertar de chip en el modulo .....	83
Figura 43: Conexión a fuente de energía.....	83
Figura 44: Sistema encendido .....	84
Figura 45: Pantallas LED encendidas.....	84
Figura 46: Indicador de reinicio del sistema .....	85
Figura 47: Cronograma de trabajo.....	86
Figura 48. Solicitud de certificación del sistema de control y prevención de fuga de gas.....	89
Figura 49: Cuerpo de Bomberos Municipal del Cantón Quevedo .....	90
Figura 50: Certificación del sistema, por parte del Cuerpo de Bomberos del Cantón Quevedo .....	91

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Hoja de Vida del Docente Tutor .....	57
Anexo 2: Hoja de Vida de Los Estudiantes .....	59
Anexo 3: Diseño del Circuito .....	61
Anexo 4: Esquema del Circuito.....	61
Anexo 5: Encuesta .....	62
Anexo 6: Elaboración del Sistema .....	64
Anexo 7: Prototipo del Sistema.....	71
Anexo 8: Manual del Sistema.....	74
Anexo 9: Prueba de Comunicación .....	78
Anexo 10: Esquema de Conexión del Sistema.....	82
Anexo 11: Manual de Usuario.....	83
Anexo 12: Cronograma de Trabajo .....	86
Anexo 13: Solicitud y Certificación del Sistema .....	89

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:** “Diseño de un sistema de control en la detección y prevención de fuga de gas (G.L.P) en el Cantón La Maná”

**Tiempo de ejecución:**

**Fecha de inicio:** Mayo 2020

**Fecha de finalización:** Septiembre 2020

**Lugar de ejecución:** Universidad Técnica de Cotopaxi  
Extensión La Maná

**Facultad que auspicia:** Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas  
(CIYA)

**Carrera que auspicia:** Ingeniería en Informática y Sistemas  
Computacionales

**Proyecto de investigación vinculado:** Proyecto de la carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales: Estudio del problema de detección de fuga de gas (G.L.P) para prevención de daños provocados por fuga del mismo en lugares que usan este producto.

**Equipo de trabajo:**

**Tutor de Titulación:**

**Apellidos y Nombres:**

**Cedula:**

**Correo:**

**Teléfono:**

M.Sc. Johnny Xavier Bajaña Zajia

1204827115

johnny.bajana@utc.edu.ec

0996179534

**Estudiante:**

**Apellidos y Nombres:**

**Cedula:**

**Correo:**

**Teléfono:**

Sr. Denis Miguel Guamán Bajaña

1207037316

denis.guaman3716@utc.edu.ec

0988318556

**Estudiante:**

**Apellidos y Nombres:**

**Cedula:**

**Correo:**

**Teléfono:**

**Área de conocimiento:**

Sr. Italo Moises Toaquiza Vega

0503468480

italo.toaquiza0@gmail.com

0959564117

Ciencias

**Línea de investigación:**

Tecnologías de la información y comunicación (TICS) y diseño grafico

**Sub líneas de investigación de la carrera:** Ciencias Informáticas para la modelación de Sistemas de Información a través del desarrollo de software.

## CAPITULO I

### 2. RESUMEN DEL PROYECTO

En innumerables ocasiones todos hemos sido testigos de visualizar por medios de comunicación, la magnitud de pérdidas humanas y materiales que una explosión por fuga de gas ha causado, y esta no es simplemente un área determinada, al contrario, es una problemática a nivel nacional. Debido a esto, diversas entidades especializadas en el tema han propuesto distintas maneras de prevenir este tipo de acontecimientos negativos que se dan los hogares, el cuerpo de bomberos ha puesto énfasis en elaborar un plan de prevención frente a estos sucesos, proponiendo recomendaciones de prevención y cuidados al momento de dar uso de este insumo de tal forma que podamos evitar daños futuros, por consiguiente es necesario la verificación del cilindro, válvula y manguera para proceder con una correcta instalación de los anillos de seguridad.

Este insumo domestico se consume mayormente en actividades particulares centradas en la cocina o en la ducha. Actualmente se estima que alrededor de un 90% de los hogares ecuatorianos usan gas licuado de petróleo (G.L.P) para preparativos de alimentos; aun al no existir una normativa que regule el manejo de los cilindros de gas en el hogar o que a su vez no cuenten con un sistema que prevengan y provean seguridad.

Evidentemente, diversas organizaciones están en un proceso de innovación constantes para el desarrollo e implementación de dispositivos de prevención para que con la ayuda de estos elementos se reduzcan los sucesos catastróficos. Las fugas de gas son detalles muchas veces impredecibles e imperceptibles, entonces un sistema de prevención de fuga de gas tendrá un rol importante en la seguridad del hogar y de esta manera se evitarán este tipo de incidentes.

Esta herramienta tecnológica cuenta con un sistema de control de detección y prevención de fuga de gas, se aprovechó y se utilizó los todos los elementos tecnológicos necesarios que se encuentran en el mercado, debido a que muchos proyectos investigativos han dado respuestas positivas en cuanto a funcionamiento de proyectos elaborados. La seguridad que brinda este sistema cumple con las expectativas deseadas y contemplando su función que es la detección y prevención de fuga de gas, alertando así tanto al usuario, dentro o fuera de su hogar como a la autoridad competente de socorro.

El sistema es comprensible, accesible y fácil de usar, teniendo en cuenta que los componentes electrónicos utilizados para la elaboración cumplen con las normas de funcionamiento establecidos por la programación, notificando mediante una llamada de alerta al propietario de la vivienda, posterior a ello se envía un mensaje de texto a la autoridad competente y ésta cuenta con detalles del lugar donde se encuentra el sistema, permitiendo una respuesta inmediata dado el caso.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El impacto generado a generarse con este desarrollo es brindar a la sociedad en general un ambiente seguro dentro del hogar. La propuesta está basada en el diseño de un sistema de control en la detección y prevención de fuga de gas (G.L.P) mediante el desarrollo de un sistema que permite detectar, alertar, notificar y prevenir de manera oportuna un acontecimiento de este tipo.

El sistema elaborado notifica mediante el envío de un mensaje de texto al propietario del domicilio que se encuentra registrado previamente en el sistema, este en cuanto se detecte niveles de fuga de gas que represente peligro, el mismo sensor activará la llamada de alerta y notificará al cuerpo de bomberos de la localidad en caso de que no haya sido atendida de manera oportuna por el propietario o miembros del hogar.

El proyecto tiene un impacto en la sociedad muy positivo en el ámbito de la seguridad para el hogar, en el aspecto económico este sistema es beneficioso y por su costo, se adapta a disposición de todas las clases sociales.

En lo ambiental no tiene ningún impacto negativo en cuanto a su implementación, por el contrario, con la ayuda de este sistema, se evitará catástrofes relacionados a los incendios por fuga de gas, que provocan pérdidas humanas, materiales, económicas y la contaminación ambiental.

### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

Con este Sistema implementado, los beneficiarios están comprendidos como directos e indirectos siendo esta una parte importante de la población del Cantón, que a continuación se detalla.

#### **Directos:**

- Pobladores de los hogares cercanos a la vivienda con el sistema implementado

#### **Indirectos:**

- Pobladores del cantón La Maná.

**Tabla 1:** Beneficiarios del proyecto

<b>BENEFICIARIOS</b>		<b>N.-</b>	<b>DE</b>
		<b>PERSONAS</b>	
DIRECTOS	Personas de los hogares cercanos		200
INDIRECTOS	Pobladores del cantón La Maná		42 216
<b>TOTAL</b>			<b>42 416</b>

**Fuente:** Registros de censo del GAD municipal.

## 5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el transcurso de los años se han suscitado innumerables incendios en los hogares por distintas causantes, una de ellas es la fuga de gas, esto debido a que la manguera que conecta con el cabezote del cilindro y también con la cocina suelen estar mal asegurada las abrazaderas que hacen presión conjuntamente con los conductos de entrada o salida del gas, también suelen encontrarse levemente rotos o a su vez las hornillas de las cocinas suelen quedarse mal cerradas provocando daños irreversibles si esta no es atendida a su debido tiempo.

Los incendios no solamente ponen en riesgo la vida y bienes materiales que posee un hogar, también pone en riesgo todo el entorno de la vivienda que llegue a ser afectada. Los lugares cerrados son vulnerables, al existir una fuga de gas, y esta no llegue a ser atendida a su debido tiempo provocaría asfixia a los miembros del lugar, por lo que una vez que el gas se esparza en el lugar este se prolifera con mayor facilidad, el gas una vez ingresado al cuerpo toma fuerza y debilita a la persona impidiéndole respirar, los pulmones se llenan de dióxido de carbono provocando lesiones graves en el cerebro o la misma muerte de la persona.

En la actualidad existen una variedad de detectores de gas en el mercado, los cuales están diseñados para ser utilizados en el sector comercial como también en el sector empresarial y por lo que respecta al sector domiciliario este no cuenta con opciones y si bien existen detectores que alertan fuga de gas o detectores de humo son muy costosos y estos son diseñados en primera instancia para el sector empresarial y comercial, por tal motivo se elabora un sistema de control en la detección y prevención de fuga de gas (G.L.P) para los habitantes del cantón La Maná, a menor costo y con resultados más eficientes al momento de detectar una fuga de gas para una inmediata verificación.

## **6. OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Diseñar un sistema de control en la detección y prevención de fuga de gas (G.L.P) en el Cantón La Maná.

### **Objetivos Específicos**

- Investigar la metodología a usarse para el diseño del sistema preventivo de fuga de gas.
- Diseñar el sistema utilizando una metodología de desarrollo y enlace de conectividad inalámbrica entre el sistema y los dispositivos de alerta.
- Implementar el sistema que cumpla todas las especificaciones requeridas, garantizando la detección y prevención de fuga de gas.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 2:** Actividades y tareas.

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
Investigar la metodología a usarse para el diseño del sistema preventivo de fuga de gas.	Estudiar y determinar una metodología de trabajo para el diseño de elaboración del sistema que va a ser requerido.	Adecuar la metodología requerida para la elaboración del sistema de prevención de fuga de gas.	Presentar que metodología es la más adecuada y apropiada para la elaboración y diseño del sistema.
Diseñar el sistema utilizando una metodología de desarrollo y enlace de conectividad inalámbrica entre el sistema y los dispositivos de alerta.	Utilizar las herramientas metodológicas en base a la elaboración y requerimientos del desarrollo.	El correcto desarrollo y funcionamiento del sistema a partir de la metodología utilizada.	Elaboración de un cronograma en el cual se establecerá a los requerimientos y el tiempo correspondiente al desarrollo.
Implementar el sistema que cumpla todas las especificaciones requeridas, garantizando la detección y prevención de fuga de gas.	Ejecutar el sistema tomando en cuenta las especificaciones necesarias para su correcto funcionamiento.	El desarrollo del sistema cumplirá con sus funciones específicas de detección para la prevención de fuga de gas.	Presentar un sistema verificado, que cumpla con sus respectivos requerimientos de funcionalidad.

**Fuente:** Grupo de investigación.

## CAPITULO II

### 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

#### 8.1 Antecedentes

Es un hecho que desde el momento en que se presenciaron los diferentes usos y beneficios del fuego, nace la necesidad puntual de obtener este tipo de energía de una manera más estable, con el transcurso del tiempo la obtención de este medio se fue dando de una manera más sofisticada que se ha llegado a lograr obtener este recurso de los fósiles en estado sólidos, líquidos y gaseosos que mejoran la combustión y una mayor temperatura.

El problema de este producto se enfoca en la peligrosidad que este representa ante un descuido o falla en el sistema de almacenado o cuidado, desatándose un accidente que como resultados tendríamos pérdidas materiales y humanas.

Muchos estudios han determinado que la utilización de medios, dispositivos o sistemas ayudan a prevenir y detectar las fugas de gas, a su vez permite mejorar y brindar un ambiente más seguro en cuanto a la utilización de este recurso, el cual es un producto indispensable en los hogares de nuestro país.

#### 8.2 Gas Licuado de Petróleo

El gas licuado de petróleo (GLP), o en inglés petroleum liquid gas (LPG), es la combinación de dos hidrocarburos, butano y propano. “La palabra licuado proviene por el hecho de que a pesar de que los componentes del GLP son gases, sin embargo, son fáciles de licuar”. (Propanogas.com, s.f.)

Teniendo en cuenta que el GLP está a presión atmosférica normal, que es en estado gaseoso, mientras que, ya a temperaturas muy bajas o después de un proceso de compresión esta se encuentra en estado líquido. Teniendo en cuenta que, al liberar la presión de esta, el líquido pasa a hervir y forma de ello un vapor y este vapor normalmente se utiliza para suministrar energía a equipos y aparatos. (Shell, s.f.)

La variedad de GLP es acorde a sus componentes, siendo este solo propano, solo butano o a su vez una mezcla de las dos, cabe mencionar que también están presentes otros gases, pero en menor proporción. (Recope, 2017)

Según (Dayre, 2013), el GLP es la fuente de energía considerada de la naturaleza, debido a que al ser quemada de ello se produce la más limpias de las emisiones. Recalcando que el

GLP es el resultado del procesamiento del gas natural o por un proceso de refinación del petróleo. Por consiguiente, este recurso de forma natural es obtenida en 60%, y con una producción del 40%.

Resaltando al ser extraído de la tierra el gas natural y el crudo de petróleo, lo que se obtiene es una mezcla compuesta por gases y líquidos, en la que el GLP pertenece un aproximado del 5%, entonces antes de ser transportado o al ser utilizado el gas natural o el petróleo como tal, es necesario separar los gases que conforman el GLP, siendo estos levemente más pesados. (LPG, 2015)

Este recurso se utiliza de varias maneras, muchas de las personas y/o industrias lo usan para diversas utilidades como: general energía, calefacción y cocina por citar algunas funciones ya que se puede usar en diferentes áreas y también para distintas tareas. Este recurso no contiene color ni olor, debido a esto se colocan pequeñas cantidades de azufre que le dan su olor característico y por consiguiente detectar alguna fuga de esta, así sea mínima. (LPG, 2015)

El cilindro de gas como comúnmente lo conocemos es una muestra representada de las ventajas del desarrollo del petróleo que ha puesto en manifiesto la energía concentrada, de fácil almacenamiento y transportación, aparte de que se puede utilizar de inmediato a comparación de la electricidad, esta tiene características más relevantes en cuanto a energía se refiere, el cual es de más fácil almacenamiento. (Parra, 2003, pág. 226)

A continuación, se muestran las diferencias entre el gas natural y el GLP, dado que la principal diferencia es el índice de gravedad específica donde el GLP muestra un índice mayor al de que podemos encontrar en el gas natural, con esto podemos determinar que a pesar de las desventajas que este posee, al no utilizar de manera adecuada o apropiados el GLP vendría a ser una bomba de tiempo.

**Tabla 3:** Diferencias entre Gas Natural y GLP.

<b>Propiedad</b>	<b>Gas Natural</b>	<b>GLP</b>
Composición	90% Metanol	60% Propano 40% Butano
Formula Química	CH <sub>4</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>
Gravedad específica	(Lideres, El subsidio opaca el negocio del gas., s.f.)0,60	2,05 1,56
Poder calórico	9200kcal/m <sup>3</sup>	22 244 kcal/m <sup>3</sup> 6 595 kcal/lit 11 739kcal/Kilo
Presión de Suministro	21 mbar	50 mbar
Estado Físico	Gaseoso sin límite de compresión líquido a -160 C a presión atmosférica	Líquido 20 C con la presión manométrica de 2,5 bar
Color/olor	Incoloro/inoloro	Incoloro/inoloro

Fuente: Osinergmin, 2018

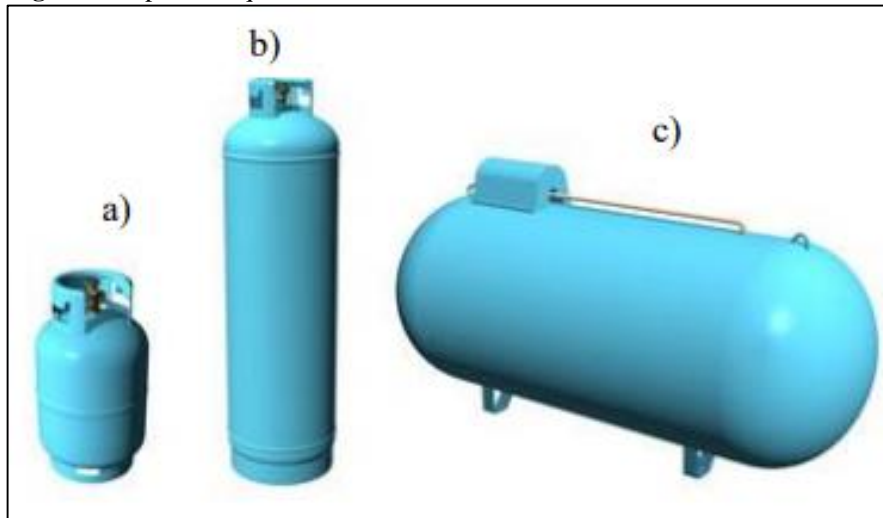
### Comercialización de GLP en el Ecuador

El GLP sirve como energía para varios artículos, equipos y maquinarias dando a estos su respectivo funcionamiento, es nuestro país es utilizado con mayor frecuencia en los domicilios, comerciales e industriales. (Venegas, Ayabaca, Celi, & Rocha, 2018, pág. 19). Estos autores dan a conocer que el manejo y utilización de este recurso genera riesgos hacia las personas y edificaciones se mantienen en su alrededor, estos riesgos vendrían a disminuir si estos insumos son utilizados y manipulados adecuadamente.

El Ecuador viene dando uso a este insumo desde al año 1955, y en la actualidad cuenta el país con 16 envasadoras de este insumo, ubicados en Pichincha, Guayas, Esmeraldas, Azuay y Loja (Lideres, s.f.). La comercialización, almacenamiento y distribución de este insumo como es el GLP se lo realiza en varias presentaciones:

- GLP envasados (Para cocina, calefacción, etc.)
- GLP almacenado y depósito fijo (Para el sector comercial e industrial)

**Figura 1:** Tipos de taques o cilindros de comercialización del GLP.



**Fuente:** Dubois, 2006, pág. 181

En la Figura 1 podemos visualizar algunas de las presentaciones de este insumo envasado para su comercialización de GLP, bien sean estas en cilindros pequeños para el uso doméstico, las medianas que son para el uso comercial y/o industrial, y finalmente tener el gas que es para el uso centralizado.

En nuestro país es comercializados el GLP (figura a) cilindro domestico que contiene 3kg, 5kg, 10kg, 5kg, para la comercialización de GLP (figuras b, c) que son cilindro de uso industrial con un contenido de 15kg y 45kg, cabe mencionar que el doméstico e industrial también se comercializa en granel. El GLP para la agroindustria se vende únicamente al granel.

### **Empresa comercializadora de GLP en nuestro país**

En Ecuador ha venido desde hace más de 50 años proporcionando este suministro en los hogares y comercios con sus líneas de GLP envasado, procesos que se realiza con la más moderna tecnología que asegura la ausencia de fugas y dando el peso exacto, brindando calidad y servicio en su cilindro.

Con el fin de lograr la total cobertura en el país, en cuenta con más de 2000 distribuidores en su red de distribución, autorizados por las entidades de control en cumplimiento con normativa **NTE INEN 1535,004-001 ARCH**, y cada uno de ellos ubicados estratégicamente en el país.

En Ecuador tiene más de 1300 distribuidores localizados estratégicamente en el país, quienes comercializan nuestra marca **AGIP GAS**. La compañía ofrece soluciones para el abastecimiento de GLP a través de estaciones de gas centralizadas con altos estándares de

seguridad, tecnología, diseño e ingeniería, usando equipos de alta calidad y gestionado por personal especializado.

En Ecuador, a través de sus subsidiarias Esain, Esacontrol y Tecnoesa provee a sus clientes productos relacionados con el GLP; cilindros, válvulas y reguladores. La compañía tiene cuatro plantas de envasado de GLP; Pifo, Ibarra, Ambato e isidro Ayora, equipados con alta tecnología para garantizar la seguridad y calidad.

### Propiedades del gas licuado de petróleo

Las propiedades físicas de los principales constituyentes del GLP se enumeran en la tabla 1. Además de estos componentes, pueden estar presentes otras especies en cantidades de traza. Típicamente, se pueden producir compuestos de azufre, agua y ocasionalmente aceites residuales y alquitranes. Dependiendo del uso de GLP, estos contaminantes deben reducirse a un nivel aceptable, en consonancia con las especificaciones del GLP aplicable en el país de uso.

**Tabla 4:** Propiedades físicas de los componentes del GLP.

	<b>Punto de ebullición (101,3 kPa), C</b>	<b>Presión de vapor (37,8 C), en kPa</b>	<b>Densidad del líquido (a la presión de saturación: 15,6 C), en kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Poder calorífico bruto (25 C), kJ/kg</b>
<b>Propano</b>	-42,1	1310	506,0	50.014
<b>Propeno</b>	-47,7	1561	520,4	48.954
<b>n-butano</b>	-0,5	356	583,0	49.155
<b>Isobutano</b>	-11,8	498	561,5	49.051
<b>I-buteno</b>	-6,3	435	599,6	48.092
<b>Cis-2-buteno</b>	3,7	314	625,4	47.941
<b>Trans-2- buteno</b>	0,9	343	608,2	47.878
<b>Isobutano</b>	-6,9	435	600,5	47.786

Fuente: TextosCientificos.com

### Ventajas que el GLP presenta:

- Alto poder calorífico comparado con otras fuentes de energía
- Limpio en términos de emisiones de gases contaminantes

- Se combustiona limpio, por eso no produce hollín
- Es fácil de transportarlo y almacenarlo por ello se lo licua
- Su manipulación es muy segura si se lo maneja técnicamente
- No es tóxico para el ser humano
- Como una sola fuente de energía puede satisfacer varias necesidades energéticas. (Venegas, Ayabaca, Celi, & Rocha, 2018)

Estas por nombrar algunas de las ventajas que presenta el GLP para el uso doméstico, a su vez se puede mencionar las consecuencias que ello conlleva si el mencionado gas no es manejado adecuadamente tendrían las siguientes consecuencias o desventajas:

- Desconocimiento de las normativas técnicas vigentes para el sistema de GLP lo cual serían las malas aplicaciones.
- Decadencia de previsión en el diseño original de las nuevas instalaciones para el espacio destinado al almacenamiento del producto.
- Deficiente protección a los recipientes del combustible.
- Descuido en el mantenimiento técnico de una determinada instalación.
- Los problemas mencionados han ocasionado múltiples accidentes. (Venegas, Ayabaca, Celi, & Rocha, 2018)

Señalando que los principales incidentes son ocasionados por el mal proceder en las instalaciones, esto es ocasionado debido a que no se toman las precauciones debidas o cuando el mismo usuario desconoce de la manipulación y mantenimiento de la instalación. Para evitar este tipo de acontecimientos existen una serie de recomendaciones primordiales que son necesario aplicar y estas están detalladas en la siguiente figura.

**Figura 2:** Pasos para la correcta manipulación de cilindros de gas de GLP



Fuente: El Nuevo Diario, 2015

Posterior a lo mencionado se detallan algunos de los principales y más importantes consejos de uso del cilindro de gas de uso doméstico GLP, Recomendaciones realizadas por el Ministerio de Electricidad y energía renovable del Ecuador:

- No Rodar en cilindro
- No golpearlo
- No invertir de su posición.
- No posicionarlo en horizontal
- No exponer el cilindro al calor directo
- Cerciorarse de que las válvulas estén correctamente cerradas
- Verificar periódicamente mangueras y regulador
- Mantener alejado de sustancias inflamables
- El lugar debe estar ventilado o un espacio abierto.

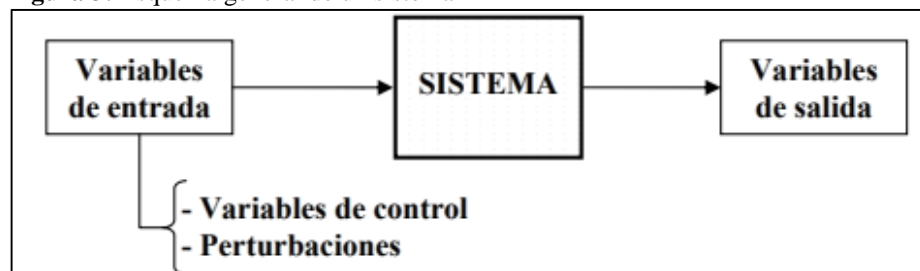
A continuación, se mencionarán todos los componentes utilizados en la elaboración del proyecto que se requirieron para su desarrollo, también se conceptualizará cada una de ellas.

### 8.3 Sistema de control

#### ¿Qué es un sistema de control?

Conceptualmente es un medio que recibe diferentes acciones externas o conocidas también como variables de entrada, cuya respuesta a estas interacciones son denominadas variables de salida. Las acciones externas al sistema se clasifican en dos grupos, las variables de control que generalmente son las que se pueden manipular, y las perturbaciones sobre las que no es posible ningún tipo de control, a continuación, se grafica de modo conceptual el funcionamiento de un sistema. (Tessinaglobal, 2020)

**Figura 3:** Esquema general de un sistema



Fuente: Tesinaglobal, 2020

Un sistema de control es un tipo de sistema que es caracterizado por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema y su finalidad es conseguir por la manipulación de las variables de control un dominio sobre las variables de salida, haciendo que estas alcancen los valores prefijados o denominados consignas. Un sistema de control debe ser ideal y capaz de conseguir el objetivo planteado cumpliendo ciertos requisitos, como son:

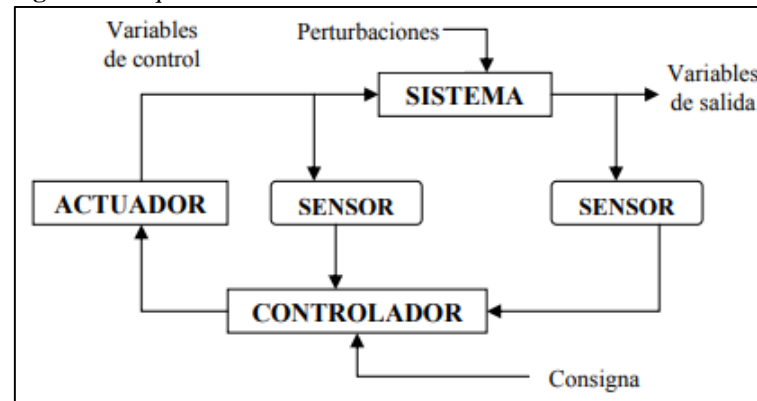
- Garantizar estabilidad principalmente ser rígido en cuanto a perturbaciones o errores en los modelos.
- Procura ser de lo más eficiente que sea necesario, mediante un criterio establecido con anterioridad, los criterios consisten en que una acción de control sobre las diferentes variables de entrada sea ejecutable, evitando acciones o comportamientos falsos.
- El sistema de control debe ser fácilmente implementable y que tenga facilidad de operar en tiempo real con ayuda de un ordenador.

Los elementos iniciales que forman parte de un sistema de control que permiten su manipulación son los sensores, estos permiten conocer los diferentes valores de las variables de medidas en el sistema, un controlador es utilizado por los sensores y la consigna impuesta deba calcularse la acción a ser aplicada y esta a su vez sea modificada en base a sus

estrategias, de tal manera el actuador que es un mecanismo que realiza acciones calculadas por los controladores y que modifican las variables de control.

A continuación, se puede visualizar el esquema de funcionamiento de un sistema de control.

**Figura 4:** Esquema de funcionamiento de un sistema de control.



Fuente: Tesinaglobal, 2020

#### 8.4 Métodos de diseño

Los métodos de análisis y diseño de los controladores han evolucionado de la misma manera que la mayoría de las herramientas que son utilizadas en la ingeniería. La evolución en el campo informático ha permitido tener muchos entornos en los que se pueden realizar las diferentes simulaciones dinámicas. Estos logros han permitido en los últimos años que muchas de las investigaciones y aplicaciones en la teoría de control automático hayan pasado de utilizar implementación analógica y monovalente a una implementación digital y multivalente. (Tessinaglobal, 2020)

#### 8.5 Detección y prevención de fuga de gas GLP

##### Detección y control

Manifestando que resulta innecesario justificar de la necesidad de disponer de un sistema de detección de fugas en las diferentes instalaciones y también en ambientes exteriores, es necesario la ayuda de un sistema de detección y control puede resultar suficiente para su empleo de forma manual, debido a que la aplicación se realiza de forma periódica en aquellos lugares que están susceptibles a este tipo de emisiones de tal manera que resulta conveniente disponer de un sistema de detección sobre la dirección y velocidad del aire en diferentes ambientes físicos que puedan producirse emisiones, con ello es factible predecir, ante la puesta en marcha de un plan de emergencia, la dispersión o aviso de un producto

contaminante en el ambiente, así proceder de manera oportuna al personal que pueda verse afectado. (Méndez Bernal , 2015)

Teniendo en cuenta que es necesario un sistema de detección para la prevención de fugas de gas en ambientes interiores, los sistemas de detección continua de gases son de extraordinaria eficacia debido a que estos responden de la mejor manera, generalmente a un sistema constituido por un sensor, una unidad de detección y dispositivos varios, ya sean estas válvulas, ventiladores, sirenas, lámparas de aviso, etc.

### **Selección de módulos de procesamiento**

En la actualidad existen en el mercado varias placas de diversos fabricantes, que poseen una variedad de series de microcontroladores y estas placas se diferencian por las características y especificaciones que contiene cada fabricante. Cuentan con un entorno de desarrollo y un lenguaje de programación que puede adaptarse a las necesidades del usuario. Las plataformas más importantes son Arduino, Waspote, Intel Galileo, SpSpark, de las cuales se opta por la utilización de Arduino para el procesamiento debido a las siguientes razones:

- Arduino es libre y escalable lo cual permite ampliar y mejorar tanto el hardware como el software y adaptarlos a nuestras necesidades.
- Cuenta con una gran comunidad de desarrollo en el país y en el mundo muchas de las personas lo usan, aportan su contenido y documentación lo cual es útil para contemplar sus ideas con las de otros.
- El entorno de programación es multiplataforma ya que soporta Windows, Linux y Mac, lo que no ocurre con el software de otras placas.
- Las placas Arduino son reutilizables y versátiles que se puede aprovechar las funcionalidades de la placa para diversos proyectos, además contiene diversos tipos de entradas y salidas que permiten trabajar con múltiples formas de sensores y actuadores.

Se evalúa las características funcionales de los diferentes modelos disponibles de las placas Arduino, presentando las características de cada uno.

**Tabla 5:** Características de las placas Arduino

	<b>UNO</b>	<b>MEGA 2560</b>	<b>MEGA ADK</b>	<b>DUE</b>	<b>NANO</b>	<b>LEONARDO</b>
<b>Microcontrolador</b>	ATMega328P	ATMega2560	ATMega2560	AT91SAM3	ATMega168 o 328	ATMega32u4
<b>Voltaje de entrada</b>	7-12v	7-12v	7-12v	7-12v	7-12v	7-12v
<b>Pines Digitales E/S</b>	14 (6salidas PWM)	54(15salidas PWM)	54(15salidas PWM)	54(12salidas PWM)	14(6salidas PWM)	20
<b>Pines Analógicos de entrada</b>	6	16	16	12	8	12
<b>Memoria flash</b>	32kb (0.5 KB usado por el bootloader)	256kb (8 KB usado por el bootloader)	256kb (8 KB usado por el bootloader)	512kb (para aplicaciones)	*16kb *32kb (2 KB usado por el bootloader)	32kb (4 KB usado por el bootloader)
<b>SRAM</b>	2KB	8KB	8KB	96KB	1KB O 2KB	1KB
<b>EEPROM</b>	1KB	4KB	4KB	-----	512bytes 1KB	1KB
<b>Reloj</b>	16MHz	16 MHz	16 MHz	84 MHz	16 MHz	16 MHz
<b>Dimensiones</b>	68.6mm x 53.4mm	101.52mm x 53.3mm	101.52mm x 53.3mm	101.52mm x 53.3mm	45mm x 18mm	68.6mm x 53.4mm
<b>Costo</b>	\$15	\$22	\$50	\$40	\$10	\$21

Fuente: Segura Cruz, 2017

Teniendo en cuenta las características de la tabla, los modelos de Arduino Uno, Nano y Leonardo se determina que su capacidad de memoria se ve notablemente reducida en comparación con el resto de placas, pero el punto principal son los terminales de E/S analógicos y digitales, los cuales se consideran como lo más necesario para el desarrollo del sistema, reduciendo el desperdicio de recursos y aprovechando al máximo las funcionalidades de cada placa, de los cuales se opta por la placa Arduino Uno por las siguientes razones:

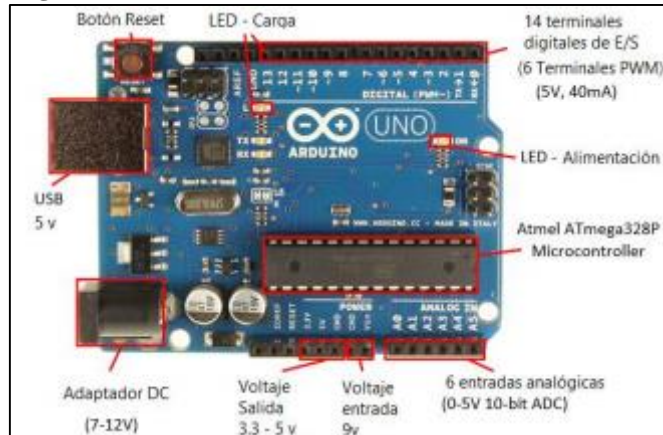
- Se adaptan rápidamente con los módulos a utilizarse y con los sensores.
- Dimensiones adecuadas, ya que al incluir sensores y otros componentes dentro de la infraestructura del sistema esta permite ubicar dentro del hogar.
- Cuenta con ranuras USB externas lo cual permite el uso de fuentes de alimentación independientes.

El Arduino Uno es una placa basada en el microcontrolador ATmega328p. que cuenta con 14 pines de entrada /salida digital de los cuales 6 pueden ser usados con PWM, otras 6 entradas analógicas, un cristal de 16Mhz, conexión USB para programarlo, conector Jack de alimentación, terminales para conexión ICSP y un botón de reseteo. Esta placa Arduino cuenta con toda la electrónica necesaria para que el microcontrolador funcione correctamente, simplemente hay que conectarlo a la energía por el puerto USB o con un transformador AC-DC. Es la versión mejorada de su procesador Duemilanove. Cuenta con una función de auto-

reset, protección de sobrecarga, totalmente montado con componentes miniatura SMD (Tecnología de Montaje Superficial, por sus siglas en inglés). (Arduino.cl, 2020)

La distribución de los terminales se muestra en la siguiente figura.

**Figura 5:** Modulo Arduino Uno.



**Autor:** Arduino.cl

## 8.6 Arduino

La plataforma Arduino es de código abierto a nivel de hardware como también de software, de tal manera que esta toma la información correspondiente del ambiente mediante sus pines de entrada a través de una extensa gama de sensores que permiten la interacción con todo aquello que en el entorno se encuentre, el microcontrolador debido a que posee estas placas integrales se deben programar mediante un lenguaje basado en la plataforma Wiring y su entorno de desarrollo está basado en Processing, una vez programado se carga al procesador AT mega328p. (Realpe Cabrera, 2017)

Arduino es una empresa de desarrollo de hardware libre y que posee una comunidad de tecnología que diseña y vende placas de desarrollo de hardware y software, esta a su vez están compuestas respectivamente por circuitos impresos que vienen a integrar un microcontrolador y en ello un entorno de desarrollo (DE) para programar cada una de las placas. Entonces Arduino en si se trata de una herramienta que facilita el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

Por otra parte, se debe manifestar que, en la imagen Arduino es el motor principal de cualquier sistema conformado por sensores y actuadores, de esta forma que este una vez definido un determinado conjunto de estos elementos que son requeridos para su funcionamiento o para una determinada aplicación, se pueda programar en una placa el código que permita automatizar y mejorar un determinado proceso. Es notable que este

producto gracias a su versatilidad y flexibilidad, este producto puede aportar soluciones tecnológicas en cualquier ámbito, puede ser: industria, robótica, agricultura, domótica e internet de las cosas, entre otras.

A continuación, se detallan las principales características de esta placa que son las siguientes:

- **Microcontrolador:** ATmega328
- **Voltaje de funcionamiento:** 5v
- **Pines I/O digitales:** 14 (de los cuales 6 proveen PWM)
- **Pines de entradas análogas:** 6
- **Corriente DC por cada pin I/O:** 40mA
- **Corriente DC en el pin de 3.3V:** 50mA
- **Memoria Flash:** 32Kb (ATmega32u4) de los cuales 4KB son utilizados por el bootloader
- **SRAM:** 2KB (ATmega32u4)
- **EEPROM:** 1KB (ATmega32u4)
- **Velocidad de reloj:** 16MHz (Arduino.cl, 2020)

### 8.7 Selección de recursos

A continuación, se presenta los argumentos tomados en cuenta para la selección de los dispositivos o sensores que conformaran el sistema de detección y prevención de fugas de gas GLP y así obtener eficiencia en el uso de los recursos seleccionados una vez elaborado.

### 8.8 Sensor de gas

Los sensores son un elemento de hardware que permite la monitorización de un área específica y en esta detecta variaciones o cambios físicos detectando variedad en variables, comúnmente detecta temperatura o humedad, de esto se obtiene una respuesta que sea medible que por lo general son eléctricas, esta una vez tomadas son enviadas a un controlador para que esta sea procesada y utilizada acorde a los requerimientos del sistema implementado. (Martínez, Meré, de Pisón Ascacíbar, Marcos, & Elías, 2009)

Los sensores en general son llamados también transductores y se los utiliza con mucha frecuencia en procesos industriales, procesos de comunicación, sistemas de seguridad, entre otros, es una solución sencilla para vigilar cualquier acción o proceso, actúan como el sistema nervioso de un proceso debido a que están continuamente censado.

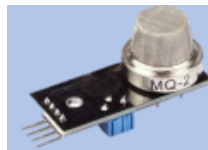


### 8.8.1 Selección de sensores detectores de GLP

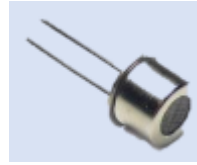
Considerando que es el área doméstica, se consideró usar sensores de combustión catalítica, es así que se plantea el uso de sensores de la serie MQ.

Los sensores de gas de la serie MQ son unos sensores analógicos lo cual hace de estos fáciles de implementarlos en cualquier microcontrolador, debido a que son sensores electroquímicos y a su vez varían su resistencia debido a que se exponen a determinados gases, dentro del sensor posee un calentador que se encarga de aumentar la temperatura interna y con esto hace que el sensor pueda reaccionar con los gases detectados o que se encuentren provocando un cambio en el valor de la resistencia. Teniendo en cuenta que el calentador ya en función y dependiendo del modelo de sensor puede necesitar un voltaje entre 5 y 2 voltios, esto hará que el sensor de comporte como una resistencia y necesita una resistencia de carga (RL) para cerrar con el circuito y de este modo hacer un divisor de tensión y poder leerlo desde un microcontrolador. (Naylamp, 2020)

Generalmente estos sensores se encuentran en módulos, que facilita tanto su uso como sus conexiones, aparte de ello posee salidas analógicas y digitales, dejando el procesamiento de sus medidas a criterio de cada necesidad. Hay que tener en cuenta que debido al micro calefactor es necesario esperar un tiempo de calentamiento para que la salida sea estable y posea las características que el fabricante muestra en su datasheet, este periodo de tiempo se encuentra entre 24 y 48 horas, dependiendo del modelo, en la siguiente tabla se muestran los sensores de GLP considerados previo a la elaboración del proyecto.

**Tabla 6:** Sensores de GLP

Modelo de Módulo de sensor	
MQ-2	
MQ-6	
MQ-5	

**MQ-216****MQ-306****HS133**

Fuente: Segura Cruz, 2017

A continuación, se presenta la comparación entre las características de estos sensores para la respectiva selección del mismo, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 7:** Comparación de características de los sensores MQ

Sensor	Rango de detección	Consumo de potencia	Alimentación	Sensible a:	Costo en el mercado
<b>MQ-2</b>	(200 a 10000) ppm	<900 mW	5Vcd	Metano, Butano, GLP, Humo	\$8
<b>MQ-5</b>	(200 a 10000) ppm	<800 mW	5Vcd	Gas Natural, GLP	\$7
<b>MQ-6</b>	(200 a 10000) ppm	<750 mW	5Vcd	GLP, Butano, Propano	\$7
<b>MQ-216</b>	(500 a 10000) ppm	<100 mW	6Vcd	Gas Natural, Gas Carbón	\$4.20
<b>MQ-306</b>	(100 a 10000) ppm	<250 mW	6Vcd	Butano, GLP	\$6.30
<b>HS-133</b>	(300 a 10000) ppm	<800 mW	5Vcd	GLP, Isobutano, Propano y Metano	\$12

Fuente: Segura Cruz, 2017

La sensibilidad a ciertas gamas de gases hace la diferencia entre los distintos tipos de sensores MQ, unos más sensibles a algunos de los gases que a otros, pero estos sensores siempre detectan a más de un gas, debido al ante mencionado se optó por utilizar el sensor MQ-2 como el adecuado para la elaboración de este proyecto.

### **Sensor MQ-2**

Estos sensores se utilizan en equipos de detección de fugas de gas en los hogares como también en las industrias, debido a que son adecuados para la detección de GLP, i-butano, propano, metano, alcohol, hidrogeno y humo. Según datos técnicos de este sensor como es el MQ-2 tiene sus características especiales como es la amplia detección, alcance rápido, su respuesta es muy alta y sensibilidad, estabilidad y de larga vida y su circuito es de accionamiento simple. (Pololu, 2019)

Estos sensores están diseñados para la detección de la presencia de gas en específico, su precisión puede ser configurada para una mayor precisión al momento de la detección de gas, miden la concentración de gas y son usados para la prevención de explosiones por gases combustibles y también gases tóxicos.

Existen una variedad de sensores disponibles en el mercado y estos cuentan con sus datos técnicos para las diferentes aplicaciones que se les pueden dar a estos sensores, entonces se debe conocer los datos técnicos de este sensor para obtener un conocimiento generalizado del mismo. En la siguiente figura se presentarán los datos del sensor MQ-2.

**Figura 6:** Dato Técnico de sensor MQ-2

Model No.		MQ-2	
Sensor Type		Semiconductor	
Standard Encapsulation		Bakelite (Black Bakelite)	
Detection Gas		Combustible gas and smoke	
Concentration		300-10000ppm ( Combustible gas)	
Circuit	Loop Voltage	$V_c$	$\leq 24V$ DC
	Heater Voltage	$V_H$	$5.0V \pm 0.2V$ AC or DC
	Load Resistance	$R_L$	Adjustable
Character	Heater Resistance	$R_H$	$31\Omega \pm 3\Omega$ ( Room Tem. )
	Heater consumption	$P_H$	$\leq 900mW$
	Sensing Resistance	$R_s$	$2K\Omega - 20K\Omega$ (in 2000ppm $C_3H_8$ )
	Sensitivity	S	$R_s(\text{in air})/R_s(1000\text{ppm isobutane}) \geq 5$
	Slope	$\alpha$	$\leq 0.6(R_{5000\text{ppm}}/R_{3000\text{ppm}} CH_4)$
Condition	Tem. Humidity	$20^\circ C \pm 2^\circ C$ ; $65\% \pm 5\% RH$	
	Standard test circuit	$V_c: 5.0V \pm 0.1V$ ; $V_H: 5.0V \pm 0.1V$	
	Preheat time	Over 48 hours	

Fuente: Pololu, 2019

### 8.9 Medida de concentración o unidad de medida de concentración de GLP

**Partes por millón (PPM)** es la unidad de medida de concentración de una sustancia o agente, etc. que están por cada millón de unidades de un conjunto del mismo. El propósito al utilizar esta unidad de medida es para expresar concentraciones muy pequeñas de una sustancia en una mezcla.

#### Estructura:

$$1\text{ppm} = 1/10^6 \Rightarrow 1\text{ppm} = 1 \times 10^{-6}$$

#### Límites de inflamabilidad y explosividad

El rango explosivo o inflamable es el rango de una concentración de un gas o vapor que se quema o explota cuando se introduce una fuente de ignición. Los límites de explosión inferior y superior de concentración de algunos gases comunes se indican en la tabla elaborada a

continuación. Algunos de estos gases se utilizan comúnmente como combustible en procesos de combustión. A continuación, se podrá observar algunos gases con su límite de explosión o incendio.

**Tabla 8:** Gas combustible con su límite de explosión.

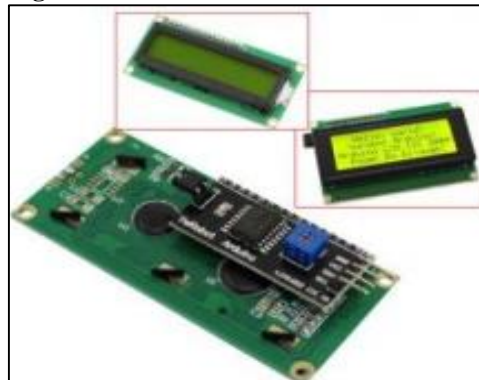
<b>Gas combustible</b>	<b>Límite inferior de explosión o incendio (LEL/LFL) (%)</b>	<b>Límite explosivo o inflamable (UEL/UFL) (%)</b>
<b>Monóxido de carbono</b>	12	75
<b>Propano</b>	2.1	10.1 10,1
<b>Metano</b>	5	15
<b>Gasolina</b>	1.4	7.6
<b>Amoniaco</b>	15	28
<b>Etano</b>	3	12.4
<b>Hidrogeno</b>	4	75

Fuente: NIOSH, 2010

### 8.10 Pantalla LCD Led 16\*2

Esta pantalla servirá para visualizar y demostrar las mediciones en forma digitalizada, estos datos son recibidos y procesados para posteriormente ser visualizados en la pantalla, los datos se transmiten por los pines y por la placa base de Arduino más los sensores que tendrán que intervenir para el proceso. (Hugh Blemings, 2011)

**Figura 7:** Pantalla LCD Led



Fuente: Segura Cruz, 2017

## Características principales de los módulos LCD

Estos módulos LCD generalmente se pueden obtener en variadas presentaciones, como el 2\*16(que significa de 2 líneas de 16 caracteres), o como también los de 2\*20, 4\*20, 4\*40, etc. Hay que tener en cuenta las necesidades que debe cumplir al momento de ser utilizado en un determinado proyecto debido a su variedad existente, la forma de utilizarlos y sus interfaces (como se encuentran conectados) son similares. En cuanto a los pines de conexión de estos módulos incluyen un bus de datos de 8 bits, un pin de habilitación(E), un pin de selección que muestra que lo que se esté enviando por el bus es un dato o una instrucción (RS) y un pin que indica si se va a leer o escribir en el módulo (R/W). (Bolaños, 2020)

En la siguiente tabla se describen en detalle los pines antes mencionados:

**Tabla 9:** Descripción en detalle de los pines de conexión

PIN	Símbolo	Nombre y función
1	VSS	GND (TIERRA 0V)
2	VDD	ALIMENTACIÓN +5V
3	VO	AJUSTE DEL CONTRASTE
4	RS#	SELECCIÓN DATO/CONTROL
5	RW#	LECTURA O ESCRITURA EN LCD
6	E	HABILITACIÓN
7	D0	D0 BIT MENOS SIGNIFICATIVO
8	D1	D1
9	D2	D2
10	D3	D3
11	D4	D4
12	D5	D5
13	D6	D6
14	D7	D7 BIT MÁS SIGNIFICATIVO
15	LED+	ÁNODO DE LED BACKLIGHT
16	LED-	CÁTODO DE LED BACKLIGHT

**Nota: # significa Negado**

**Fuente:** Bolaños, 2020

Determinando la operación o acción que se desee realizar en el módulo LCD, los pines de control E, RS#, RW# deben tener un estado especificado. También debe tener en el bus de datos un código que especifique un carácter para mostrar en la pantalla o una instrucción de control para el display. Los módulos LCDD se manifiestan a un conjunto especial de

instrucciones, debiendo ser enviadas por el microcontrolador o el sistema de control a la pantalla, teniendo en cuenta las operaciones que se requiera.

### **8.11 Protoboard**

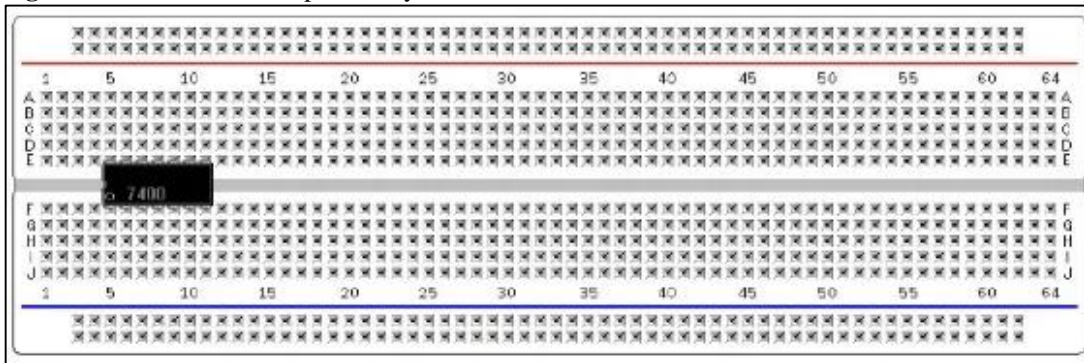
Según la siguiente definición el Protoboard” es una herramienta indispensable para aquellos que se inician y experimentan con circuitos electrónicos, permitiendo armar de una manera fácil y rápida cualquier tipo de circuitos, existen de diferentes tamaños y obviamente de diferentes precios.” (Lafebre, 2018)

Manifiesta el siguiente autor que el Protoboard sirve para “solucionar problemas de montar circuitos y probar su funcionalidad con las denominadas placas de pruebas o Protoboard, que no es más que un tablero con orificios que se encuentran conectados eléctricamente entre sí de manera interna, en el cual se pueden insertar componentes electrónicos y cables, tienen un conjunto de orificios ordenados con una pequeña separación entre ellos y que tiene dos áreas principales, que son los buses y las pistas.” (Leira Rodriguez & Gómez Suárez, 2017)

Entonces se determina al protoboard como una base donde se pueden conectar circuitos o crear circuitos de manera rápida y en especial viene a ser desmontable, comúnmente compuesta por una serie de agujeros que se encuentran internamente interconectados de tal manera que se pueda conectar los diferentes componentes electrónicos con tan solo ubicarlo en la placa seleccionando un agujero.

#### **8.11.1 Uso de placas protoboard para ensayar circuitos**

Las placas protoboard se utilizan en electrónica para ensayar circuitos en la fase de diseño, antes de construirlos de forma definitiva, y nos permite detectar errores de diseño, probar diferentes componentes, etc. La placa está constituida por una matriz de agujeros donde se pueden insertar por presión simple de los componentes, los cuales quedan una vez sujetos en la placa, de tal forma que los componentes que se inserten estén en dos agujeros unidos eléctricamente por la parte inferior que pasaría a ser como si estuvieran conectados entre sí.

**Figura 8:** Placa Protoboard para ensayar circuitos.

Fuente: Uribe Rosado, 2020

Los agujeros de la placa protoboard están agrupados en columnas de a 5, los cuales están conectados por la parte interior, también existe dos bloques con columnas de 5 agujeros. En cada bloque, las columnas de los agujeros se encuentran numeradas y cada fila a menudo se encuentra designada por una letra, permitiendo así identificar con facilidad cada agujero. También existen una o dos filas ubicadas en la parte inferior y en la parte superior de la placa que normalmente se utilizan para conectar los dos polos de la fuente de tensión que comúnmente alimenta el circuito, y todos los agujeros de cada uno de estas filas se encuentran unidos entre sí. (Uribe Rosado, 2020)

### 8.12 Selección de módulo de control del sistema

Es necesario que se establezca una conexión entre la red interna formada por los dispositivos en función con el sistema y el usuario. La forma más factible de hacerlo es utilizando la red celular GSM, debido a que tiene una extensa área de cobertura y su infraestructura se encuentra implementada por las operadoras celulares en el país y los datos no requieren de una alta velocidad de transmisión. Las placas con sus características se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 10:** Características de módulos GSM

	<b>Shield GSM SIM900</b>	<b>GSM Shield</b>
<b>Procesador</b>	Sim900	Quectel M10
<b>Alimentación</b>	4.8 – 5.2 VDC	5VDC
<b>Corriente</b>	50-450mA	700-1000mA
<b>Bandas</b>	Quad-Band	Quad-Band
<b>Funciones</b>	SMS, llamadas, datos	SMS, llamadas, datos
<b>Puerto de antena</b>	Si	No
<b>Dimensiones</b>	110x58x19mm	10.1x76.2mm

Fuente: Segura Cruz, 2017

Se optó por la placa **GSM SIM900** Debido a su reducido consumo de energía con respecto a la otra placa, debido a que el procesador SIM900 establece conexión con la red celular, también el diseño de la misma es compatible con la plataforma Arduino y esto hace que su configuración se la elabore desde el software IDE Arduino.

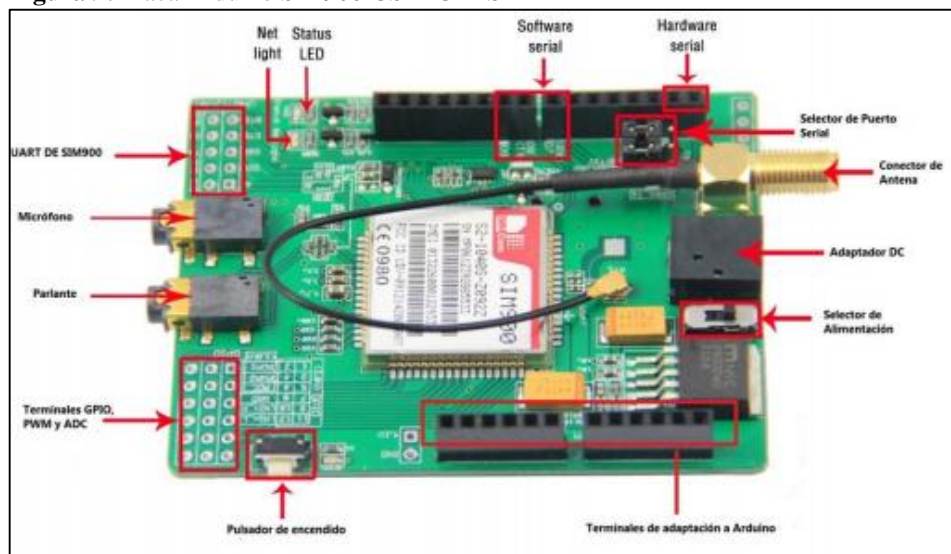
### 8.13 Modulo GSM/GPRS SIM 900

Hay que tener en cuenta que este módulo es para realizar las respectivas notificaciones de alerta del hogar que tenga este sistema implementado ya que es necesario el envío de SMS para alertar al usuario y la llamada de alerta a la unidad de socorro por medio de la red 2-G, por ese motivo se eligió el módulo GSM SIM900.

Teniendo en cuenta las características de este módulo que son los siguiente:

- Compatible con la placa arduino
- Accesible a la conexión mediante el puerto serial
- Es cuatri-banda 850/900/1900 MHz
- Se controla vía comandos AT (GSM y comandos AT SIMCOM mejorados).
- Se utiliza protocolos TCP/IP para el manejo de datos.
- Soporta RTC (Reloj en tiempo real), permitiendo mantener la hora actualizada del sistema.
- Permite el uso de tarjeta SIM y Antena GSM
- El consumo de energía el bajo  $-1.5[\text{mA}]$  (modo de reposo) (Azana Toapanta & Vizquete Franco, 2017)

**Figura 9:** Placa Arduino Sim900 GSM GPRS



**Fuente:** Segura Cruz, 2017

## **Tecnología GSM/GPRS**

Esta tecnología es la segunda generación de la telefonía móvil y es también una serie de evoluciones que han permitido la transferencia de datos a través de internet, de este modo también la tecnología GPRS es considerada como la 2.5G y permite transferencia de datos a través de internet.

### **GSM (Groupe Special Mobile)**

Es un estándar de comunicaciones denominado también como Sistema Global de Comunicaciones Móviles desde 1991, entonces ha ido evolucionando en diferentes fases conocida también como telefonía móvil de segunda generación. El estándar GSM en Europa usa las bandas de frecuencia de 900MHz y 1800MHz. Por el contrario, en los Estados Unidos se usa la banda de frecuencia de 1900MHz. Debido a esto, los teléfonos portátiles que funcionan en Europa como en los Estados Unidos se los denominan Tribanda y los que solo funcionan solamente en Europa se los conoce como bibanda.

El estándar GSM soporta un tráfico máximo de 9,6 kbps, que permite transmisiones de voz y datos digitales de volumen bajo, como los mensajes de texto o mensaje multimedia. También hay que mencionar que es un sistema totalmente digital, muy diferentes a sus antecesores que eran analógicos, donde se continúan empleando celdas para cubrir el territorio en donde cada celda mantiene una estación base que da cobertura. Este estándar es una red que sigue desplegada conviviendo con las redes 3G y 4G de tal modo que en entornos rurales se continúan utilizando este sistema debido a su mayor alcance y a la baja densidad de población.

### **GPRS (Servicio General de Paquetes de Radio)**

Este servicio es la evolución del estándar GSM, debido a que es un servicio de telefonía de segunda generación que a su vez permite una transición hacia la tercera generación (3G), El estándar GPRS es conocido también como 2.5G y esta permite la transferencia de datos del paquete con una tasa de datos teóricos de alrededor de 171,2 kbpn (hasta 114kbps en l practica). Las transmisiones de datos solo utilizan la red cuando se lo requiere. Por consiguiente, el estándar GPRS admite que el usuario reciba información dependiendo de la cantidad en volúmenes de datos en lugar de la duración de la conexión, sin costo adicional por permanecer conectado. El estándar GPRS para transportar voz emplea la arquitectura de red

GSM y también provee acceso a la red de datos o internet, mediante el protocolo IP. (De la Camara, 2017)

La Tarjeta sim 900 GSM/GPRS será la encargada de permitir al sistema comunicarse con el usuario de manera remota, esta tarjeta es perfectamente compatible con cualquier tarjeta del universo Arduino que incluso existe la posibilidad de fusionarla sobre la tarjeta Arduino Uno, debido a que los diferentes conectores que esta posee están alineados para esta finalidad.

## **8.14 Fundamentación legal**

### **8.14.1 Constitución de la república del Ecuador 2008**

#### **Sección sexta**

#### **Hábitat y vivienda**

**Art. 30.-** Las personas tienen el derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica. (Secretaria, 2016)

#### **Ley orgánica de telecomunicaciones**

#### **Título II**

#### **Redes de prestación de servicios de telecomunicaciones**

#### **Capítulo I**

#### **Establecimiento y explotación de redes**

**Art. 9.-** Redes de telecomunicaciones. Se entiende por redes de telecomunicaciones a los sistemas y demás recursos que permitan la transmisión, emisión y recepción de voz, video, datos o cualquier otro tipo de señal, mediante medios físicos o inalámbricos, con independencia del contenido o información cursada.

De acuerdo con la utilización de las redes de comunicación se clasifican en:

- Redes públicas de telecomunicaciones
- Redes privadas de telecomunicaciones

## **Título XIV**

### **Institucionalidad para la regulación y control**

#### **Capítulo II**

#### **Agencia de regulación y control de las telecomunicaciones**

##### **Art. 142.- Creación y naturaleza**

Crease la agencia de regulación y control de las telecomunicaciones (ARCOTEL) como persona jurídica de derecho público, con autonomía administrativa, técnica, economía, financiera y patrimonio, adscrita al Ministerio Rector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la información. La agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones es la entidad encargada de la administración, regulación y control de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico y sugestión, así como de los aspectos técnicos de la gestión de medios de comunicación social que usen frecuencias del espectro radioeléctrico o que instalen y operen redes. (Secretaría, 2016)

#### **Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios el Ministerio de Inclusión Económica y Social.**

**Art. 223.-** Detección y alarma de incendios. - Sistema que tiene como función activar una instalación de respuesta ante la iniciación de un incendio o alerta a las personas posiblemente afectadas.

Todos los sistemas de detección y alarma de incendios deben estar instalados cumpliendo lo especificado en las normas NFPA 70 y 72, debe estar compuesta por:

a) Central de detección y alarma, donde se refleja la zona afectada, provista de señales ópticas y acústicas capaces de transmitir la activación de cualquier componente de la instalación. (Secretaría, 2016)

#### **Definiciones conceptuales**

- **Alcano:** Compuesto que van a contener átomos de hidrógeno y carbono.
- **Hidrocarburo:** Compuesto orgánico que tiene hidrógeno y carbono, se presenta comúnmente como líquidos, gases, etc.

- **GLP:** Gas obtenido del gas natural y otros gases, es inoloro, por lo tanto, se mezcla con otro gas para que las personas puedan olerlo (Mercaptano) en caso de que haya una fuga.
- **Mercaptano:** Contiene componentes como carbono, hidrogeno y azufre y contiene un olor sumamente fuerte y totalmente desagradable.
- **WSN:** red auto configurable conformada por nodos sensores que se comunican entre si usando señales de radiofrecuencia, con la capacidad de obtener información.

## **CAPITULO III**

### **9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS**

La hipótesis planteada es de tipo descriptiva y señala el valor de las variables que se va a observar en un contexto que depende de la otra variable.

Para la detección de la fuga de GLP, se agregarán sensores, que permiten medir el nivel de gas en un ambiente.

#### **9.1. HIPÓTESIS**

¿Con la implementación de un sistema de control para la detección y prevención de fuga de gas (G.L. P), se reduciría el índice de incendios en el Cantón La Maná?

## 10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 10.1 Investigación bibliográfica y documental

Puesto que la investigación se basa en fundamentos teóricos, la información ha sido extraída de revistas científicas, libros y artículos, fue necesario para nuestra fundamentación científica, con el fin de enriquecer el proceso investigativo de nuestro proyecto.

Se realiza apoyándose en fuentes documentales, dentro de estas se cuentan las realizadas con los recursos que aportan libros, revistas, artículos evaluados, especializados, y periódicos; también se encuentra información necesaria en legislaciones cartas expedientes y otros manuscritos. (Linares & Santovenia, 2012)

#### 10.1.1 Etapas de la metodología del proyecto

Este proyecto utilizo la metodología (Project Management Institute).

Esta metodología divide un proyecto en 5 etapas:

- **Inicio:** en el inicio del proyecto se entregó la propuesta del mismo, basada en una breve investigación de las áreas destacables del proyecto y toda la problemática existente en las personas como la falta de conocimiento de las fugas de gas, entre otros aspectos. Adicional a ello se da paso a la planificación del proyecto.
- **Planificación:** en el proceso de la planificación se siguió el horario establecido por la unidad de titulación, fuimos asignados con un tutor, y junto a él se estableció la manera que se realizará la parte investigativa del proyecto para obtener bases en la elaboración y diseño del proyecto, en la recolección de información, se estableció que se generara una encuesta y finalmente con esa información se elaboró el proyecto, cada evento realizado a su debido tiempo.
- **Ejecución:** El estudio de la problemática y las definiciones conceptuales fueron necesarias en el proyecto, ya que con ello se elaboró una encuesta que afirma parte de la problemática expuesta y la aceptación del proyecto, teniendo claro la parte conceptual se continuo con la elaboración del prototipo, basándose en los requerimientos necesarios para su elaboración.
- **Monitoreo y control:** se elaboró pruebas de control para que se garantice el correcto funcionamiento del sistema, el monitoreo se realizó en tiempo real y se garantiza que no existen falencias.
- **Cierre:** Se procede con la entrega de todo el proyecto de titulación II, junto a todos los entregables del proyecto.

## **Entregables del proyecto**

Son:

- **Formato de encuesta** (Anexo 5)
- **Prototipo del Sistema** (Anexo 7)
- **Manual de Sistema** (Anexo 8)
- **Código fuente Arduino** (Anexo 8)
- **Esquema De Conexión Del Sistema** (Anexo 10)
- **Manual de Usuario** (Anexo 11)

## **11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **11.1 Propuesta tecnológica**

Este proyecto elaborado y funcional como es el “Diseño de un sistema de detección y prevención de fugas de gas (G.L.P) en el Cantón La Maná”, determina así un ambiente seguro dentro de un domicilio y garantiza la seguridad física de los miembros del hogar, sus bienes materiales y también el de sus alrededores, con este sistema se minimizan los riesgos de accidentes e incendios. El sistema brinda seguridad en los hogares, en caso de que exista una fuga de gas, teniendo en cuenta que las personas al no encontrarse en el hogar pueden estar al pendiente de cualquier alerta del sistema a través del celular, este mismo permite estar alertado su hogar en caso de existir una fuga de gas debido a que el monitoreo del ambiente por parte del sistema es constante, alertando y notificando en tiempo real en caso de existir alguna fuga de gas.

### **11.2 Análisis de factibilidad**

Para determinar la aceptación del sistema por parte de los usuarios, realizamos un análisis de los diversos aspectos que se deben considerar para la elaboración del diseño de un sistema de detección y prevención de fugas de gas (G.L.P), aparte del sistema elaborado, permite garantizar la factibilidad de la implementación del mismo. Los aspectos que se consideraron son: Factibilidad operacional, Factibilidad técnica, Factibilidad legal y Factibilidad económica, brindando así a los usuarios un sistema de calidad.

#### **11.2.1 Factibilidad operacional**

Para poder realizar el análisis de la factibilidad operacional, se consideró realizar una encuesta que está enfocada a conocer el grado de conocimiento con respecto al correcto uso y mantenimiento de los sistemas GLP:

- Obteniendo como resultado de la pregunta 1 que se tiene la mayor parte de la población (83%) cuenta con un sistema de GLP en sus viviendas.
- Los resultados obtenidos de las preguntas 2 a la 5 se determina que parte de la problemática expuesta en las causas y consecuencias.
- Con la interrogante 6 se determina que las personas en el país no están al corriente de un sistema similar a este.

- De la pregunta 7 se determina que el 94% de los encuestados manifiestan que si se harían la adquisición de un sistema que les permita detectar fugas de gas GLP en sus hogares y así evitar riesgos de accidentes e incendios provocados por las fugas de gas.

### **11.2.2 Factibilidad técnica**

En la factibilidad técnica se establece el diseño del sistema de detección y prevención de fugas de gas, elaborado para su construcción e implementación en una de las viviendas del sector.

#### **Condiciones climáticas**

Este sistema no debe estar expuesto a humedad por sobre los 5%, la temperatura soportada es desde  $-20^{\circ}$  C a  $+45^{\circ}$  C, no se debe sobrepasar los rangos establecidos debido a los componentes con los que este sistema cuenta podría terminar averiados.

#### **Ubicación del sensor y sistema**

El sensor está ubicado en el lugar donde se de uso el gas GLP y determinar su funcionalidad, se puede ver en el anexo 7. Este sensor emite las lecturas hacia el controlador y si existiera alteraciones en el ambiente, este mismo activa las alertas.

El sensor utilizado para la detección del gas es el módulo MQ-2 que esta implementado en el sistema y permite la transmisión de los datos que emite el sensor, aparte que una alarma de sonido en caso de existir una fuga de gas, de lo expuesto también cuenta con una alerta de llamada telefónica y mensaje de texto (SMS), para realizar este tipo de alertas se utilizó un módulo GPRS GSM900.

#### **Componentes para la elaboración de este prototipo**

##### **Sensor MQ-2**

Este módulo detector de humo y gases inflamables, este elemento posee dos salidas analógicas y digitales y brinda una larga durabilidad. El sensor detecta gas y humo emitiendo así un valor analógico y a su vez un valor digital, permitiendo así la posibilidad de que se integre algunos tipos de alarma entre componentes.

##### **Placa Arduino Uno**

Esta placa electrónica usa el microcontrolador ATmega328. La placa contiene un resonador cerámico de 16 MHz, conectores USB y alimentación, cabecera ICSP y botón de reseteo.

Aparte de esto cuenta con 6 entradas analógicas, 14 terminales digitales de entrada/salida los cuales 6 se pueden utilizar como salidas PWM (Modulación por ancho de pulso), la placa cuenta con un puerto serial, donde se puede conectar un adaptador de serial USB, y así poder configurar el funcionamiento de la placa, este puerto permite alimentar con energía la placa o también se lo puede hacer con una fuente de 7v. a 12v.

### **Modulo GSM SIM 900**

Teniendo en cuenta que teste modulo se utilizó para realizar las respectivas notificaciones mediante llamada de alerta o envió de mensaje al usuario y a la unidad del cuerpo de bomberos del sector, por medio de la red 2-G.

### **Módulo Display LCD**

Esta es una herramienta se utilizó para desplegar información de la recolección de datos del ambiente que realiza el sensor, permitiendo así visualizar el estado actual del lugar. Este LCD es alfanumérico de 16x2 y permite visualizar datos de hasta 16 caracteres.

### **Resistencia 200/200ohm**

Estas resistencias eléctricas es una de las magnitudes fundamentales que se utiliza para medir la electricidad y es la oposición que se presenta al paso de la corriente y se mide la intensidad en ohmio. Las resistencias tienen impresas de 4 a 5 bandas de colores y estas son vitales para darle el uso debido del mismo, ya que al utilizar un código de color y compararlas se determina su valor óhmico. En este proyecto es de vital importancia ya que atenúa o frenara el flujo con el que circula la carga eléctrica en el sistema.

### **Cargador 5v y 9v**

Este cargador servirá para proveer y alimentar de energía el proyecto para su funcionalidad. Varía dependiendo de la necesidad de alimentación adecuada del sistema.

### **Jumpers hembra/macho de 20cm**

Este elemento fue utilizado para cerrar el circuito eléctrico del que forma parte dos conexiones, utilizado en el tablero protoboard y haciendo posible la conexión de los elementos.

### **Chip operadora claro**

Este elemento se utilizó para que cumpla con las respectivas comunicaciones del sistema con el usuario como también con el cuerpo de bomberos del sector, permitiendo notificar el control de la detección y prevención de fugas de gas en caso de existir.

### **Protoboard**

El protoboard permitió insertar los componentes de elaboración del sistema, consiguiendo así armar el circuito electrónico del sistema para su funcionamiento.

### **Zumbador o buzzer**

Se utilizó este buzzer para dar la alerta y señalar de la detección de fugas de gas en el lugar donde se encuentra implementado el sistema.

### **Led**

Este diodo emisor de luz es empleado en este sistema para determinar el estado ambiental del lugar donde se encuentra el sistema. Determinando así la alerta a atender y simplemente para verificar que el sistema está funcionando correctamente o encendido.

### **Pulsador**

Este pulsador al oprimirlo permite el paso de la corriente eléctrica o a su vez al dejarlo de presionarlo este interrumpe el paso, la función de este es abrir o cerrar un circuito de forma permanente.

La elaboración de este proyecto se puede visualizar a mayor detalle en el anexo 6.

### **Las pruebas de comunicación**

El sensor al detectar el gas, emite una señal que activa la alarma de sonido y realiza la llamada de alerta telefónica al contacto registrado que viene a ser del usuario, así mismo notificando mediante un SMS al cuerpo de bomberos del sector, se puede visualizar en el Anexo 9, que los números son almacenados o registrados en la placa Arduino.

El sensor al detectar el valor analógico de 300, determina que el nivel de gas sobrepasa el rango permitido en el ambiente y procede a encender la alarma y las alertas del mismo, al realizar las respectivas alertas, el sistema realiza la llamada de alerta y envía el SMS respectivo.

### **11.2.3 Factibilidad legal**

En nuestro país, la ley de telecomunicaciones determina que todas las personas tienen el derecho a utilizar de forma igualitaria el espectro de frecuencia. Este proyecto utiliza señales de radio para comunicarse con los dispositivos que conforman la red, trabaja en las frecuencias de 900MHz, 915MHz o en la frecuencia de 2,4GHz. En el Ecuador, estas frecuencias se encuentran dentro del rango de bandas libres o bandas no licenciadas, por lo que este proyecto no necesita obtener títulos habilitantes para usarlo.

El proyecto no interfiere con las leyes o reglamentos vigentes del Ecuador, reafirmando que este proyecto es factible legalmente debido a que no incumple ningún estatuto del país debido a que este proyecto está dirigido para ambientes domésticos.

### **11.2.4 Factibilidad económica del sistema**

Se determina la factibilidad del proyecto, detallando en la tabla 18 y tabla 19 su valor y costos, indicando también que está al alcance económico para todas las personas, sin importar el estatus social.

El valor del proyecto es de 349.60, este precio es realmente bajo a comparación del costo de las pérdidas materiales en caso de que existiera un incendio causado por una fuga de gas GLP, en peor de los casos puede existir pérdidas humanas que son netamente irreparable.

### **11.3 Validación de la propuesta.**

Para validar y respaldar el proyecto, se utilizó como método la recolección de información mediante una encuesta.

Los resultados de las mismas validan ciertos criterios establecidos en el planteamiento del proyecto, adicional a ello, permite saber lo que la ciudadanía conoce al respecto del tema.

### **11.4 Población y muestra**

La encuesta está dirigida para los hogares del Cantón La Maná, sector urbano que cuenta con un aproximado de 27 casas por cada manzana, estimando así unos 200 hogares.

Para calcular el tamaño de la muestra de la población se utilizó la siguiente fórmula, esto ayudará a realizar los cálculos estadísticos correspondientes.

**Fórmula para determinar la muestra:**

$$n = \frac{m}{e^2(m - 1) + 1}$$

**Cálculo del tamaño de la muestra:**

M= tamaño de población (200)

E= error de estimación (0.05)

N= Tamaño de la muestra (?)

**Resolución de tamaño de la muestra:**

$$n = \frac{200}{(0.05)^2(200 - 1) + 1}$$

$$n = \frac{200}{(0,0025)(199) + 1}$$

$$n = \frac{200}{(0,4975) + 1}$$

$$n = \frac{200}{1,4975}$$

$$n = 133,5559$$

$$n = 133$$

El número de hogares a encuestarse es de 133

#### **11.4.1 Procedimiento de análisis de los resultados**

La recolección de datos se realizó a través de una encuesta online debido a la emergencia sanitaria que atraviesa el país y el mundo, de esta manera se pudo conocer la factibilidad del proyecto y de esta manera respaldar las causas y consecuencias que se describieron en la problemática, de esta manera nos permitirá analizar y determinar si las personas estarán dispuestas a adquirir un sistema de detección y prevención de fugas de gas GLP previniendo los accidentes e incendios.

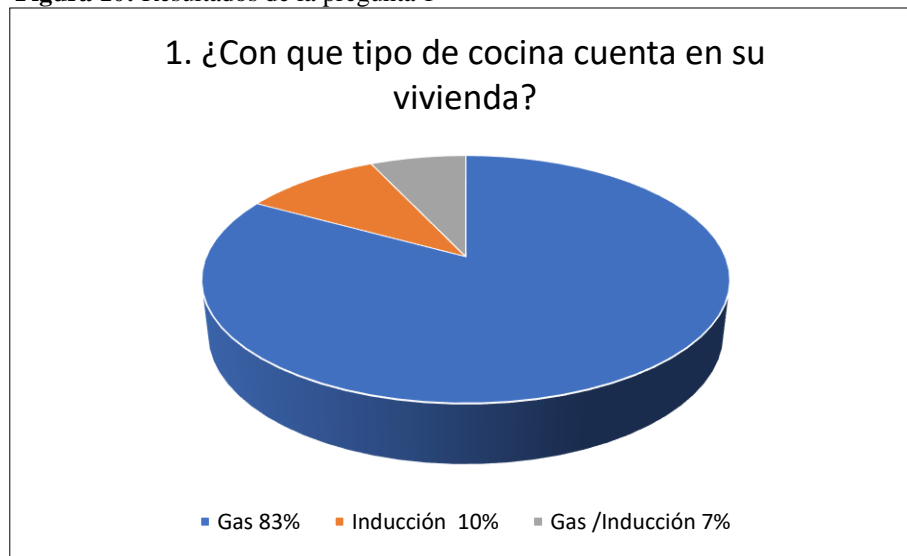
## 1. ¿Con que tipo de cocina cuenta en su vivienda?

**Tabla 11:** Resultado de encuesta, pregunta 1

Detalle	Número de personas	%
Cocina a gas	111	83
Cocina de inducción	13	10
Cocina de Gas e inducción	9	7

Fuente: Propia

**Figura 10:** Resultados de la pregunta 1



Fuente: Investigación

### Análisis

En esta pregunta se determina que el 83% de los hogares encuestados hacen uso de las cocinas de gas, el 10% utilizan la cocina de inducción y el 7% de las personas cuentan con cocina de gas e inducción.

**\*Nota:** si su respuesta es inducción, se finaliza la encuesta, gracias.

El 90% de las personas encuestadas respondieron que la pregunta 2 hasta la 7 de la encuesta planteada, mientras que el 10% de los que fueron encuestados dieron por terminado o finalizado la encuesta, debido a que en sus hogares tienen cocinas de inducción.

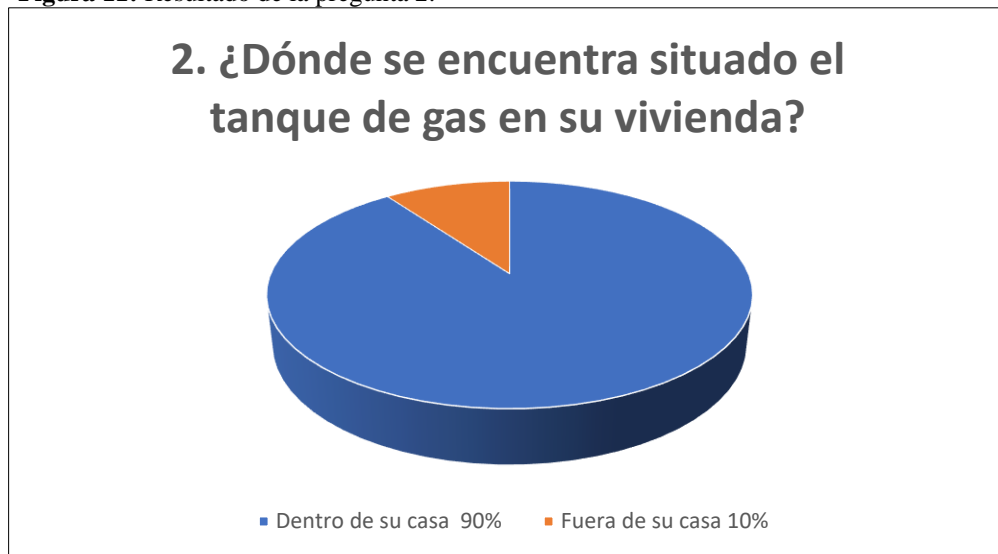
## 2. ¿Dónde se encuentra situado el tanque de gas en su vivienda?

**Tabla 12:** Resultados de encuesta, pregunta 2

Detalle	Número de personas	%
Parte interna de la vivienda	108	90
Parte externa de la vivienda	12	10

Fuente: Propia.

**Figura 11:** Resultado de la pregunta 2.



Fuente: Investigación.

### Análisis

El 90% de las personas tienen en los hogares ubicado el tanque de gas en la parte interna del hogar, y que el 10% de los hogares lo tienen fuera de la casa. Esto vendría a ser un problema ya que no se debería permitir que el cilindro de gas tenga contacto con el calor, también se debe evitar colocar materiales arriba del cilindro de gas.

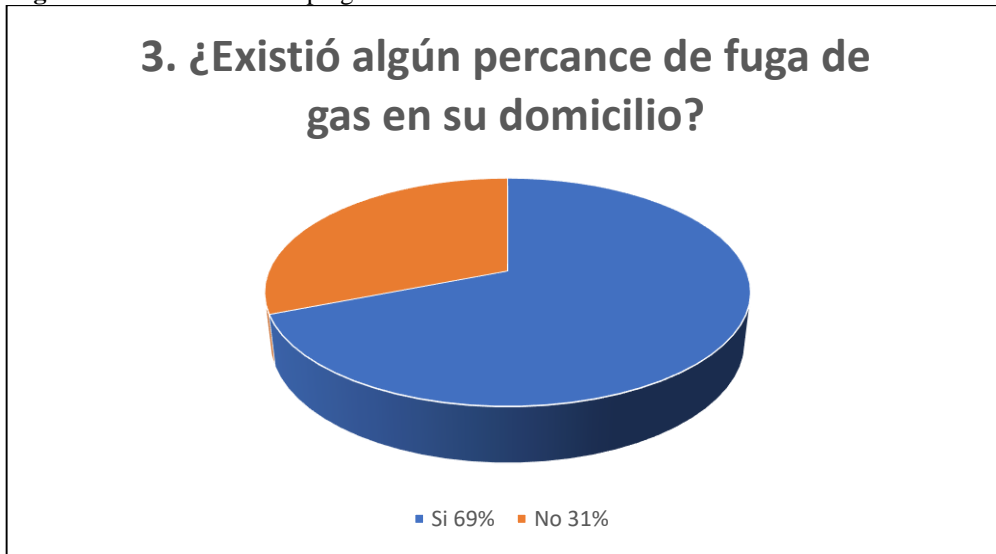
### 3. ¿Existió algún percance de fuga de gas en su domicilio?

**Tabla 13:** Resultados de encuesta, pregunta 3

Detalle	Número de personas	%
Si	83	69
No	37	31

Fuente: Propia.

**Figura 12:** Resultado de la pregunta 3.



Fuente: Investigación.

#### Análisis

Esta interrogante respalda las consecuencias de no tener un adecuado uso de las cocinas de gas, el 69% de los hogares han tenido alguna vez una fuga de gas, por lo tanto, el 31% de las encuestas determinan que no han sufrido de este percance en sus hogares.

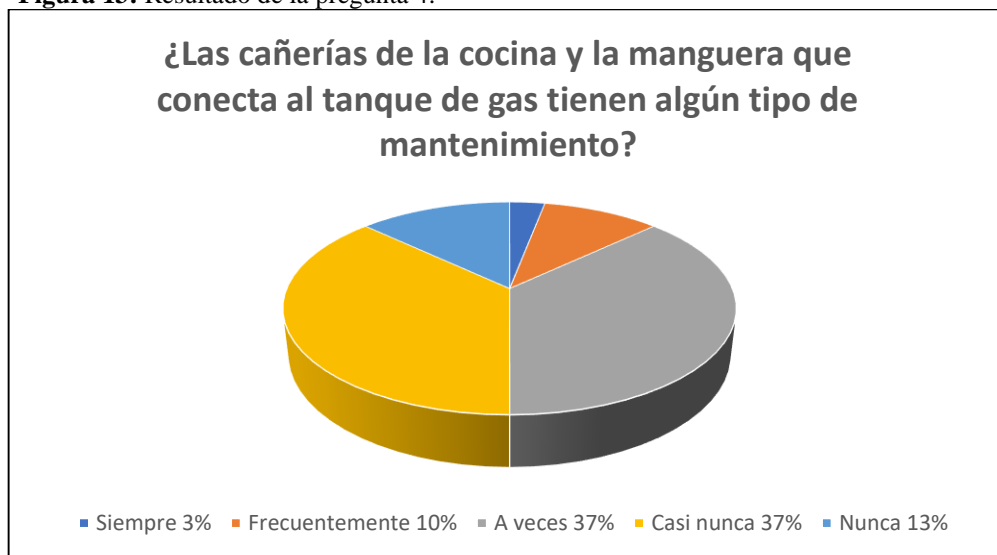
#### 4. ¿Las cañerías de la cocina y la manguera que conecta al tanque de gas tienen algún tipo de mantenimiento?

Tabla 14: Resultados de encuesta, pregunta 4

Detalle	Número de personas	%
<b>Siempre</b>	4	3
<b>Frecuentemente</b>	12	10
<b>A veces</b>	44	37
<b>Casi nunca</b>	44	37
<b>Nunca</b>	16	13

Fuente: Investigación.

Figura 13: Resultado de la pregunta 4.



Fuente: Investigación.

#### Análisis

Se visualiza que el 37% de los encuestados realizaban algún tipo de mantenimiento, mientras que el otro 37% no lo hace de la misma manera, el 13% respondió que no realiza ningún tipo de mantenimiento, el 10% mantiene un mantenimiento frecuente y el 3% de las personas encuestadas lo hacen siempre.

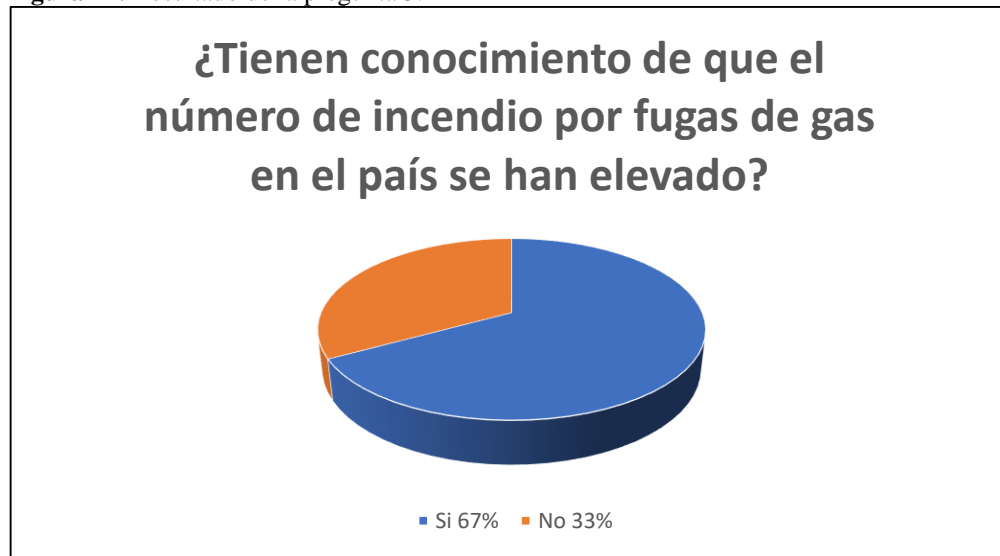
**5. ¿Tienen conocimiento de que el número de incendio por fugas de gas en el país se han elevado?**

**Tabla 15:** Resultados de encuesta, pregunta 5

Detalle	Número de personas	%
Si	80	67
No	40	33

Fuente: Grupo de investigación.

**Figura 14:** Resultado de la pregunta 5.



Fuente: Investigación.

**Análisis**

El 33% de los hogares desconoce el alto índice de incendios ocasionados por las fugas de gas y el 67% si conocen la gravedad de la situación de incendios en el país, determinando que aún existen personas que no les interesa tener algún tipo de medio de prevención ante esta situación, siendo una gran problemática que se presenta. Desconocen de la misma manera el manejo adecuado de este insumo.

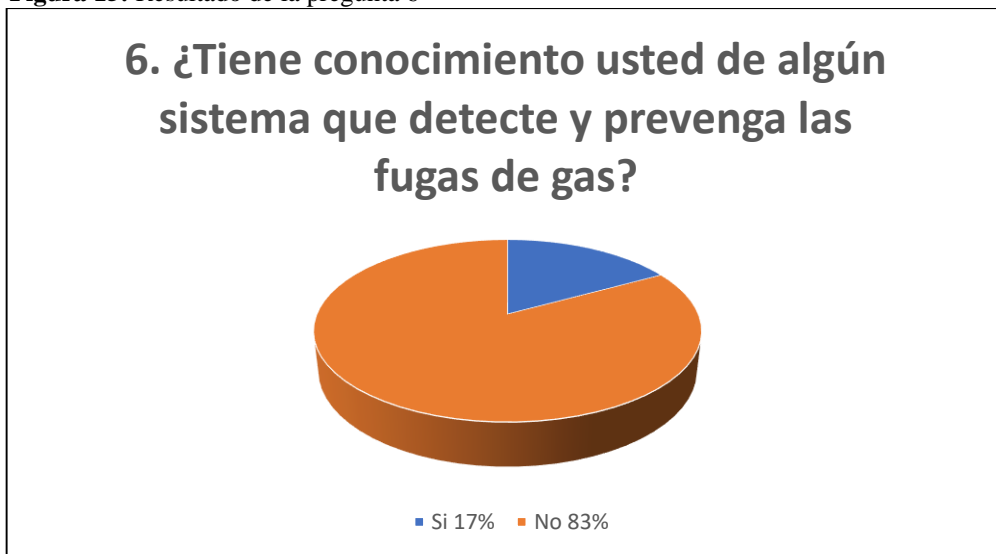
## 6. ¿Tiene conocimiento usted de algún sistema que detecte y prevenga las fugas de gas?

**Tabla 16:** Resultados de encuesta, pregunta 6

Detalle	Número de personas	%
Si	20	17
No	100	83

**Fuente:** Grupo de investigación.

**Figura 15:** Resultado de la pregunta 6



**Fuente:** Investigación.

### Análisis

El 83% de los hogares desconoce de algún tipo de sistema que pueda detectar fugas de gas, por lo que el 17% de los encuestados si confirman que conocen de algunos de estos sistemas.

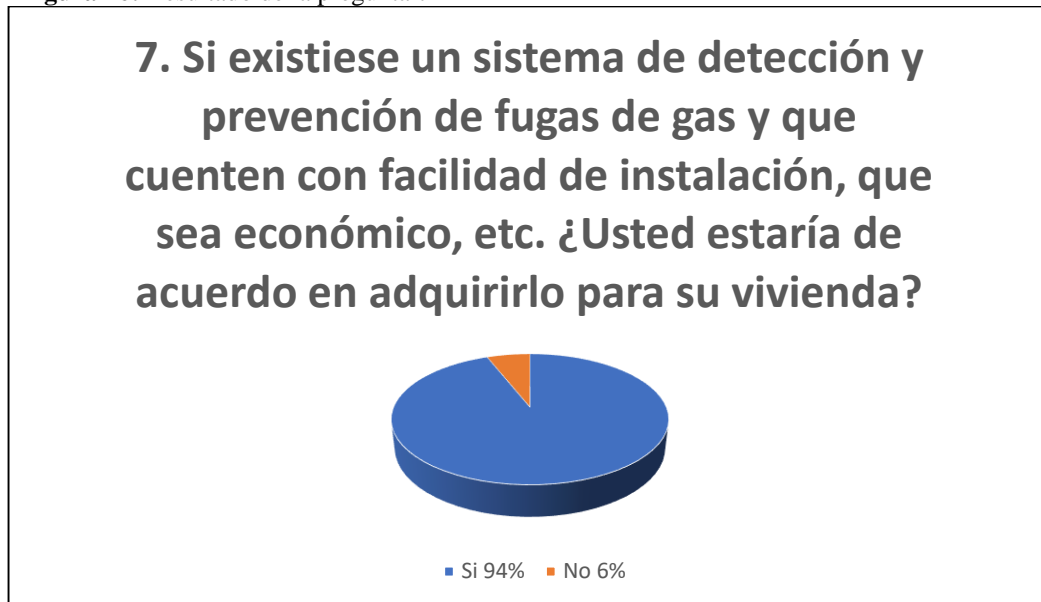
**7. Si existiese un sistema de detección y prevención de fugas de gas y que cuenten con facilidad de instalación, que sea económico, etc. ¿Usted estaría de acuerdo en adquirirlo para su vivienda?**

**Tabla 17:** Resultados de encuesta, pregunta 7

Detalle	Número de personas	%
Si	113	94
No	7	6

Fuente: Grupo de investigación.

**Figura 16:** Resultado de la pregunta 7



Fuente: Investigación.

### Análisis

El 94% de los encuestados indican que si adquirirían un producto para sus hogares, mientras que el 6% menciona que no.

También se determina que este producto puede ser elaborado y distribuido mediante un programa desarrollado por el gobierno y este sistema tendría más aceptación que las mismas cocinas de inducción que no tuvieron la aceptación deseada por las personas.

## **12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES, O ECONÓMICOS)**

### **12.1. IMPACTO TÉCNICO**

El impacto de este proyecto va con la evolución de los sistemas en la detección de gases que a su vez realiza el seguimiento a procesos físicos complejos, dicho de otro modo, vendría a ajustarse a las necesidades que implican la medición de los gases más peligrosos en diferentes áreas profesionales, de ahí determinar la proporción en la que haya elementos reutilizables y de bajo coste que se utilicen para obtener mejores resultados en la obtención de información y a su vez sean más fiable.

### **12.2. IMPACTO SOCIAL**

El impacto social tiende a ser positivo en el ámbito de la seguridad para los hogares que usen el GLP como suministro de consumo, en el aspecto económico, este sistema se adapta y beneficia a todas las clases sociales.

### **12.3 IMPACTO AMBIENTAL**

El impacto ambiental, no tiene ningún aspecto negativo en cuanto a la implementación de este sistema, por el contrario, ayuda de manera tecnológica a evitar catástrofes relacionados a los incendios por fuga de gas que en si contaminan el ambiente.

### 13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

A continuación, se muestra el presupuesto con la descripción de cada uno de los gastos.

**Tabla 18:** Gastos Varios

DESCRIPCIÓN	GASTOS VARIOS							
	TRIMESTRE							
	1ER		2DO		3ER		4TO	
CANT.	V.U	CANT.	V.U	CANT.	V.U	CANT.	V.U	
Base de madera PDF (10X5cm)	1	\$5,00					\$5,00	
Cinta doble cara	1	\$5,00					\$5,00	
	1	\$5,00					\$5,00	
Cinta adhesiva negro			1	\$2,00			\$2,00	
Pistola de silicona			1	\$5,00			\$5,00	
Mano de Obra (perforaciones)						1	\$10,00	\$10,00
Barra de silicona			1	\$3,00			\$3,00	
Caja de distribución sobrepuesta MAVIJU (8 vías)					1	\$20,00	\$20,00	
Canaleta 1/5 (blanca)					1	\$1,50	\$1,50	
Impresiones a color						150	\$0,25	\$37,50
Imprenta de Adhesivo (Logo)						5	\$4,00	\$20,00
<b>TOTAL</b>		<b>\$15,00</b>		<b>\$10,00</b>		<b>\$21,50</b>	<b>\$14,25</b>	<b>\$114,00</b>

Fuente: Grupo de Investigación

**Tabla 19:** Recursos

DESCRIPCIÓN	RECURSOS							
	TRIMESTRE							
	1ER		2DO		3ER		4TO	
CANT.	V.U	CANT.	V.U	CANT.	V.U	CANT.	V.U	
Arduino UNO						1	\$30,00	\$30,00
Módulo GPRS SIM900 (Arduino)						1	\$45,00	\$45,00
Display LCD JHD 16X2						1	\$15,00	\$15,00
Módulo LCD IC2 16X2						1	\$15,00	\$15,00
Sensor MQ-2						1	\$15,00	\$15,00
Resistencia 200/200ohm						15	\$7,50	\$7,50
Cargador AC 5V						1	\$15,00	\$15,00
Cargador AC 9V						1	\$15,00	\$15,00
Jumpers Hembra/Macho (20cm)						40	\$15,00	\$15,00
Jumpers Macho/Macho (20cm)						40	\$15,00	\$15,00
Chip De la Operadora Claro (4G)						1	\$5,00	\$5,00
Protoboard						1	\$15,00	\$15,00
Mgsystem Zumbador Alarma Electrónico Arduino 3-24v						1	\$10,00	\$10,00
Indicador Led color Verde						1	\$0,30	\$0,30
Indicador Led Color Rojo						1	\$0,30	\$0,30
Pulsador						1	\$2,50	\$2,50
Transporte de envío (Servientrega)						3	\$5,00	\$15,00
<b>TOTAL</b>		\$0,00		\$0,00		\$0,00	<b>\$235,60</b>	<b>\$235,60</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO</b>								<b>\$349,60</b>

Fuente: Grupo de Investigación

## **CAPITULO IV**

### **14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **14.1. CONCLUSIONES**

La investigación de la metodología ayudo a determinar el proceso para la elaboración y desarrollo del sistema, permitiendo plantear las etapas o procesos de trabajo para su elaboración, de esta manera adecuando la toma de decisiones para la obtención de los mejores resultados en la construcción.

En el diseño y elaboración del sistema de detección y prevención de fugas para el sector doméstico, todos los componentes utilizados para la elaboración determinan la viabilidad del proyecto ya que son fáciles de conseguir y su costo es accesible.

El prototipo construido cumple con el objetivo propuesto, se ha desarrollado un sistema automático de control para la detección y prevención de fugas de gas, evitando así explosiones a causa del GLP en un domicilio. Al implementar el sistema se evaluó que las notificaciones tanto en SMS y llamada de alerta se efectuaran correctamente por el sistema hacia los que corresponde, siendo estos; el propietario del domicilio en el que este se encuentra implementado y el cuerpo de bomberos del sector, esto permitió verificar las pruebas respectivas y oportunas, determinando así su efectividad.

## 14.2 RECOMENDACIONES

- Recomendamos que la metodología aplicada en el proyecto es el auge principal para el inicio de este proyecto, que nos permite obtener ideas de innovación tecnológica, permitiendo desarrollar nuevos sistemas, la cual ayuden a mejorar la detección de fuga de gas o a su vez, proyectar nuevos sistemas con la detección de cualquier notificación alerta, explosión toxica que pude darse en el ambiente.
- Se podría incorporar tarjetas personalizada PBC en futuras proyecciones de los sistemas detectores de fugas de gas, que ayuden a la arquitectura del sistema en su implementación y al medio ambiente.
- El sistema tendría la posibilidad de mejorar y almacenar datos de información en un sitio privado específico para el monitoreo y geolocalización del sistema mediante una aplicación móvil.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- (NIOSH), T. N. (2010). The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Obtenido de [http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/402/2/B%C3%A9jar\\_la.pdf](http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/402/2/B%C3%A9jar_la.pdf)
- Aranda, D. (2014). ELECTRÓNICA - Plataformas Arduino y Raspberry Pi: Plataformas Arduino y Raspberry Pi. Recuperado el 10 de Julio de 2020
- Arduino.cl. (2020). Arduino.cl. Recuperado el 11 de Julio de 2020, de Arduino Uno: <https://arduino.cl/arduino-uno/>
- Azana Toapanta, C., & Vizuet Franco, J. (Diciembre de 2017). Diseño y construcción de un prototipo de guante con orientación y localización para ayuda en la movilidad de personas invidentes. Recuperado el 25 de Junio de 2020, de bibdigital.epn.edu.ec: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19180/1/CD-8564.pdf>
- Bolaños, D. (2020). Electrotecnia, Manejo de display LCD. Recuperado el 25 de Junio de 2020, de bolanosdj.com: <http://www.bolanosdj.com.ar/SOBRELCD/TEORIALCDV1.pdf>
- Dayre. (2013). ¿Qué es el GLP? Recuperado el 11 de Junio de 2020, de <http://www.talleredayre.es/que-es-glp-ventajas-propiedades-funcionamiento.html>
- De la Camara, R. A. (15 de Junio de 2017). Arduino + modulo GSM/GPRS: Monitorización, automatización y gestión remota en un viñedo. Recuperado el 21 de Julio de 2020, de openaccess.uoc.edu: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/65345/6/radriandTFG0617memoria.pdf>
- Dubois, R. (2006). Introducción a la refinación del petróleo. En R. Dubois, Introducción a la refinación del petróleo (pág. 181). Argentina: EUDEBA. Recuperado el 15 de Junio de 2020
- ecuaorencifras.gob.ec. (2010). [www.ecuaorencifras.gob.ec/](http://www.ecuaorencifras.gob.ec/). Recuperado el 01 de 08 de 2020, de [www.ecuaorencifras.gob.ec](http://www.ecuaorencifras.gob.ec/): [https://www.ecuaorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos\\_Censales/Fasc\\_Cantonales/Cotopaxi/Fasciculo\\_La\\_Manana.pdf](https://www.ecuaorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantonales/Cotopaxi/Fasciculo_La_Manana.pdf)
- El Nuevo Diario. (2015). La manipulación correcta del cilindro de gas. Recuperado el 12 de Junio de 2020, de La manipulación correcta del cilindro de gas: <https://www.elnuevodiario.com.ni/infografia/3208/>
- Hugh Blemings, J. (2011). Practico Arduino. (2. Apress, Ed.) Florida. Recuperado el 15 de Julio de 2020
- Lafebre, G. (2018). Uso del protoboard en proyectos electrónicos. (M&M, Ed.) Recuperado el 29 de Junio de 2020, de Instrumentacion.qi.fcen.uba.ar: <http://instrumentacion.qi.fcen.uba.ar/docs/protoboard.pdf>

- Leira Rodriguez , R., & Gómez Suárez, J. (2017). Protoboard. Recuperado el 16 de Julio de 2020, de [https://www.edu.xunta.gal/centros/iesblancoamorculleredo/aulavirtual2/pluginfile.php/20941/mod\\_resource/content/0/Apuntes/protoboard.pdf](https://www.edu.xunta.gal/centros/iesblancoamorculleredo/aulavirtual2/pluginfile.php/20941/mod_resource/content/0/Apuntes/protoboard.pdf)
- Lideres. (s.f.). El subsidio opaca el negocio del gas. Recuperado el 18 de Junio de 2020, de El subsidio opaca el negocio del gas.: <http://www.revistalideres.ec/lideres/subsidio-opaca-negocio-gas.html>
- Lideres. (s.f.). El subsidio opaca el negocio del gas. Recuperado el 18 de Junio de 2020, de <http://www.revistalideres.ec/lideres/subsidio-opaca-negocio-gas.html>
- LPG. (2015). Origen del GLP. Recuperado el 12 de Junio de 2020, de <https://www.wlpga.org/wpcontent/uploads/2015/10/WLPGA-EE-PDF-ES.V1.pdf>
- Martinez, R., Meré, J., de Pisón Ascacíbar, F., Marcos, A. G., & Elías, F. A. (2009). Redes Inalámbricas de sensores: teoría y aplicación práctica. Recuperado el 17 de Julio de 2020, de epositorio.utn.edu.ec: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6527/1/04%20RED%20151%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Méndez Bernal , B. (2015). Control de fugas en almacenamientos de gases licuados toxicos (III). Recuperado el 29 de Junio de 2020, de [https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp\\_338.pdf/9d60b967-83a2-4478-a304-24540f4d8ba9](https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_338.pdf/9d60b967-83a2-4478-a304-24540f4d8ba9)
- Naylamp, M. (Junio de 2020). Tutorial sensores de gas MQ2, MQ3, MQ7 y MQ135. Recuperado el 17 de Julio de 2020, de Naylamp, Macatronics;: [https://naylampmechatronics.com/blog/42\\_Tutorial-sensores-de-gas-MQ2-MQ3-MQ7-y-MQ13.html](https://naylampmechatronics.com/blog/42_Tutorial-sensores-de-gas-MQ2-MQ3-MQ7-y-MQ13.html)
- Osinergmin. (2018). Diferencias Físico - Químicas del Gas Natural el GLP. Recuperado el 15 de Junio de 2020, de <http://srvgart07.osinerg.gob.pe/webdgn/contenido/diferencias-fisico-quimicas-gnglp.html>
- Parra, E. (2003). Petróleo y gas natural. En E. Parra, Petróleo y gas natural (pág. 226). Madrid: Akal.
- Pololu. (2019). MQ-2 Semiconductor Sensor for Combustible Gas. Recuperado el 01 de Junio de 2020, de Pololu.com: <http://gas-sensor.ru/pdf/combustible-gas-sensor.pdf>
- Propanogas.com. (s.f.). ¿Qué son los gases licuados del petróleo (propano y butano)? Recuperado el 01 de Junio de 2020, de <https://propanogas.com/faq/gas-licuado>
- Realpe Cabrera, A. (Octubre de 2017). Repositorio.uisrael.edu.ec. Recuperado el 11 de Julio de 2020, de Desarrollo de un prototipo de estacionamiento automatizado parabicicletas: <http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/1416/1/UISRAEL-EC-ELDT-378.242-2017-036.pdf>

- Recope. (2017). Gas Licuado de Petróleo (GLP). Recuperado el 10 de Junio de 2020, de <https://www.recope.go.cr/gas-licuado-de-petroleo-glp/>
- Sancho Chilet, H. (2016). DESARROLLO DE UN SISTEMA DE LOCALIZACIÓN Y APLICACIÓN MÓVIL PARA VEHÍCULOS EN APARCAMIENTOS. Recuperado el 21 de Julio de 2020, de [riunet.upv.es: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/88241/73655831\\_TFG\\_15046301276554283957125751135335.pdf?sequence=2](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/88241/73655831_TFG_15046301276554283957125751135335.pdf?sequence=2)
- Secretaria, d. r. (2016). Sistema nacional descentralizado de la gestion del riesgo y emergencia. Recuperado el 01 de 08 de 2020, de [www.gestionderiesgos.gob.ec](http://www.gestionderiesgos.gob.ec): <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/SISTEMA-NACIONAL->
- Segura Cruz, A. P. (2017). IMPLEMENTACIÓN DE REDES DE SENSORES INALÁMBRICAS. Ribamba. Recuperado el 30 de Julio de 2020
- Shell. (s.f.). Guía del LPG. . Recuperado el 06 de Junio de 2020, de <https://www.shell.com.ar/empresas/gas-lpg-en-los-negocios/guia-del-lpg.html>
- Tesinaglobal. (2020). Sistemas de control. Recuperado el 25 de Junio de 2020, de <https://upcommons.upc.edu>: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3330/34059-5.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Uribe Rosado, J. (2020). El uso de placasprotoboard para ensayar circuitos. Recuperado el 17 de Julio de 2020, de [academia.edu](http://www.academia.edu): [https://www.academia.edu/6940731/El\\_EL\\_USO\\_DE\\_PLACAS\\_PROTOBOARD\\_PARA\\_ENSAYAR\\_CIRCUITOS](https://www.academia.edu/6940731/El_EL_USO_DE_PLACAS_PROTOBOARD_PARA_ENSAYAR_CIRCUITOS)
- Venegas, D., Ayabaca, C., Celi, S., & Rocha, J. (2018). El riesgo en el almacenamiento de. En D. Venegas, C. Ayabaca, S. Celi, & J. Rocha, El riesgo en el almacenamiento de (págs. 19-29). INNOVA. Recuperado el 12 de Junio de 2020, de <http://www.journaluidegye.com/magazine/index.php/innova/article/view/331/548>.

## 16. ANEXOS

Anexo 1: Hoja de Vida del Docente Tutor



# CURRÍCULUM VITAE

## 1. DATOS PERSONALES

**Nombres y Apellidos:** Johnny Xavier Bajaña Zajia  
**Cédula de Identidad:** 1204827115  
**Fecha de nacimiento:** 22 de mayo de 1981  
**Dirección:** Parr. Nicolás Infante Díaz, calle 15 de Noviembre y 5ta, Quevedo, Los Ríos Ecuador.  
**Número de celular:** 593-996179534  
**E-mail:** Johnny.bajana@utc.edu.ec

## 2. ESTUDIOS REALIZADOS

**Cuarto nivel:** Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
**Tercer nivel:** Universidad Técnica Estatal de Quevedo

## 3. TÍTULOS

POSTGRADO: Magister en Conectividad y Redes de Ordenadores

- Año de obtención: 2015
- Número de Registro SENESCYT: 1014-05-86069186

PREGRADO: Ingeniero en Sistemas

- Año de obtención: 2009
- Número de Registro SENESCYT: 1014-09-944749

## 4. EXPERIENCIA LABORAL

- Instituto Superior Tecnológico “Siete de Octubre”, Ecuador (2001-2003)
- Unidad Educativa Eloy Alfaro, Ecuador (2003-2015)
- Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Sociales, Jurídicas y de la Educación (2011-2015)

- Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná (2015-Actualidad)

### **5. CARGOS DESEMPEÑADOS**

- Universidad Técnica de Babahoyo, Coordinador de la Carrera de Licenciatura en Computación. (2011-2012)
- Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná, Director de la Carrera de Sistemas de Información. (2018-2019).

### **DOCENCIA DE PREGRADO:**

- Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador  
Docente Medio Tiempo (Abril 2011 – Septiembre 2015)
- Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador  
Docente-Investigador a Tiempo Completo (Octubre 2015 – Actualidad)

**Anexo 2:** Hoja de vida de los Estudiantes

# CURRÍCULUM VITAE

## 1. DATOS PERSONALES

**Nombres y Apellidos:** Denis Miguel Guamán Bajaña

**Cédula de Identidad:** 1207037316

**Lugar y fecha de nacimiento:** Quevedo-Los Ríos/24/09/1996

**Estado Civil:** Soltero

**Tipo de Sangre:** A+

**Domicilio:** Isla del Rio Quevedo

**Teléfonos:** 0988318556

**Corre-o electrónico:** guaman24@outlook.com

## 2. ESTUDIOS REALIZADOS

### **Primer Nivel:**

Escuela Fiscal Mixta “Carlos Finlay”

Escuela Particular “Dr. Camilo Gallegos Domínguez”

### **Segundo Nivel:**

Unidad Educativa Particular “Juan Montalvo”

### **CERTIFICADOS OBTENIDOS:**

- Primeras Jornadas Científicas Internacional de Informática UTC-La Mana 2016
- Segundo Congreso Internacional de Investigación Científica UTC-La Mana 2017
- II Jornadas Informáticas, UTC La Mana 2017
- III Jornadas Informáticas, UTC La Mana 2018
- III Congreso Internacional de Investigación Científica UTC La Mana 2018
- Ponente “HEALTH BAND: Un Asistente Inteligente Y Preventivo Para Adultos Mayores” en el Congreso Internacional de Investigación Científica UTC La Mana 2018
- IV Congreso Internacional de Investigación Científica UTC La Mana 2019
- IV jornadas Sistemas de Información UTC La Mana 2019
- Suficiencia En Ingles: Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná

# CURRÍCULUM VITAE



## 1. DATOS PERSONALES

**Nombres y Apellidos:** Italo Moises Toaquiza Vega  
**Cédula de Identidad:** 0503468480  
**Lugar y fecha de nacimiento:** La Maná-Cotopaxi / 16-03-1993  
**Estado Civil:** Soltero  
**Tipo de Sangre:** ORH+  
**Domicilio:** Recinto La Josefina  
**Teléfonos:** 0959564117  
**Corre-o electrónico:** italo.toaquiza0@utc.edu.ec

## 2. ESTUDIOS REALIZADOS

### **Primer Nivel:**

Unidad Educativa “Dr. Carlos Andrade Marín”

Unidad Educativa “Pucayacu”

### **Segundo Nivel:**

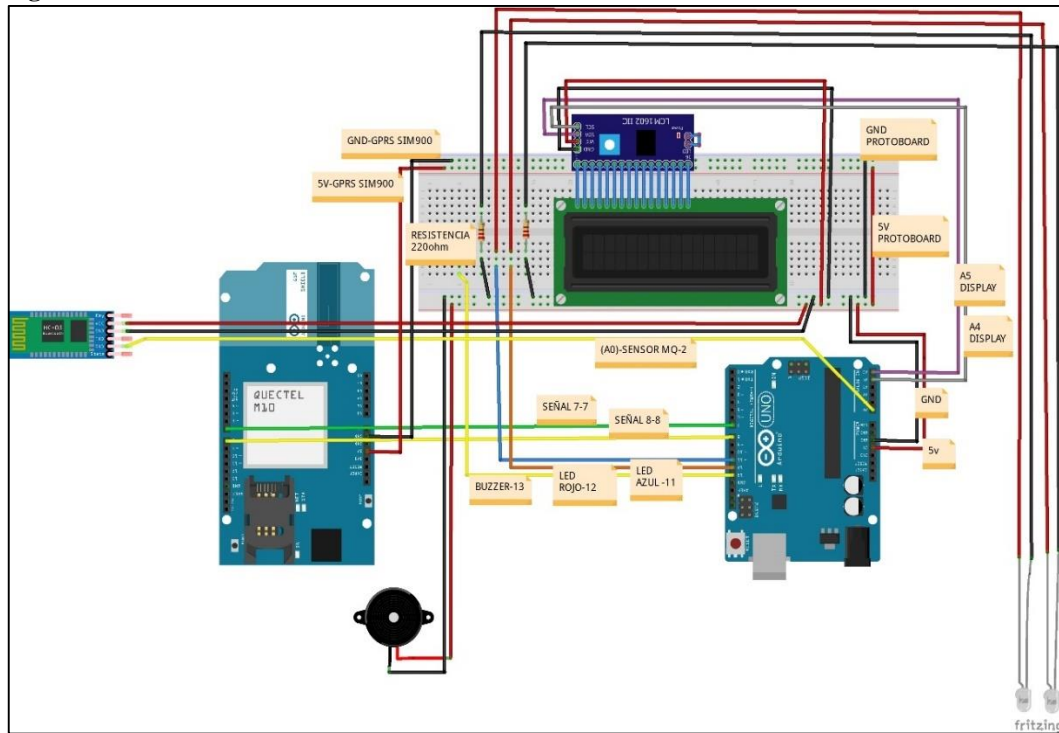
Unidad Educativa “Rafael Vásconez Gómez”

## **CERTIFICADOS OBTENIDOS:**

- Primeras Jornadas Científicas Internacional de Informática UTC- La Mana 2016
- Segundo Congreso Internacional de Investigación Científica UTC-La Mana 2017
- II Jornadas Informáticas, UTC La Mana 2017
- III Jornadas Informáticas, UTC La Mana 2018
- III Congreso Internacional de Investigación Científica UTC La Mana 2018
- Ponente “Casa Domótica” en el Congreso Internacional de Investigación Científica UTC La Mana 2018
- IV Congreso Internacional de Investigación Científica UTC La Mana 2019
- IV jornadas Sistemas de Información UTC La Mana 2019
- Suficiencia En Ingles: Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná

Anexo 3: Diseño del Circuito

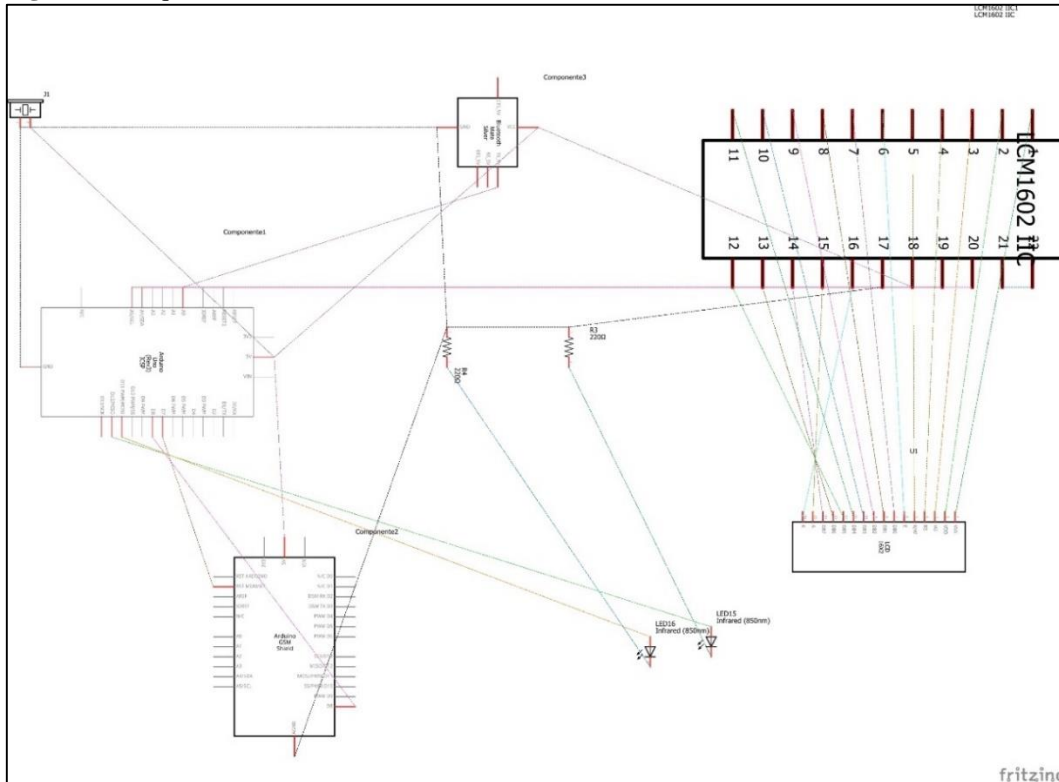
Figura 17: Diseño del circuito



Fuente: Grupo de investigación

Anexo 4: Esquema del Circuito

Figura 18: Esquema del circuito



Fuente: Grupo de investigación

**Anexo 5: Encuesta**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMA DE INFORMACIÓN**

Encuesta dirigida a moradores del cantón La Maná con la finalidad de recaudar información necesaria para determinar el desarrollo de este proyecto si constatar si los hogares instalarían un sistema de estas características para prevenir accidentes de incendios, por ello necesitamos conocer su opinión, el cual pedimos que respondan con la debida responsabilidad cada una de las interrogantes planteadas en la encuesta, de antemano se les agradece por su colaboración.

**TÍTULO DEL PROYECTO:** “Diseño de un sistema de control en la detección y prevención de fuga de gas (G.L.P) en el Cantón La Maná”.

**1. ¿Con que tipo de cocina cuenta en su vivienda?**

- Cocina de gas**
- Cocina de inducción**
- Cocina de gas e inducción**

**\*Nota:** si su respuesta es inducción, se finaliza la encuesta, gracias.

**2. ¿Dónde se encuentra situado el tanque de gas en su vivienda?**

- Parte interna de la vivienda**
- Parte externa de la vivienda**

**3. ¿Existió algún percance de fuga de gas en su domicilio?**

- Si**
- No**

**4. ¿Las cañerías de la cocina y la manguera que conecta al tanque de gas tienen algún tipo de mantenimiento?**

- Siempre**
- Con frecuencia**
- A veces**
- Casi nunca**
- Nunca**

**5. ¿Tienen conocimiento de que el número de incendio por fugas de gas en el país se han elevado?**

- Si**
- No**

**6. ¿Tiene conocimiento usted de algún sistema que detecte y prevenga las fugas de gas?**

- Si**
- No**

**7. Si existiese un sistema de detección y prevención de fugas de gas y que cuenten con facilidad de instalación, que sea económico, etc. ¿Usted estaría de acuerdo en adquirirlo para su vivienda?**

- Si**
- No**

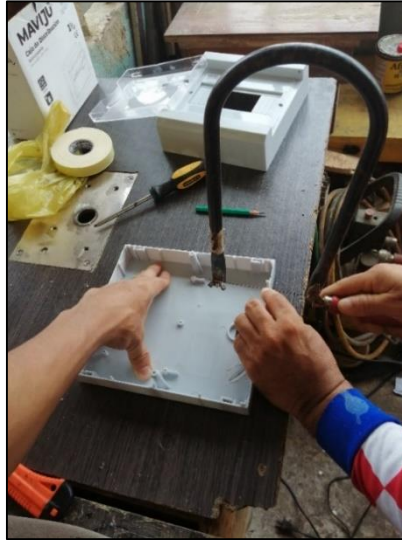
**Ha completado la encuesta. Muchas gracias por su participación.**

## Anexo 6: Elaboración del Sistema

### Elaboración del Sistema

Realizamos los respectivos agujeros para las entradas de alimentación y de codificación de los mencionado tarjetas.

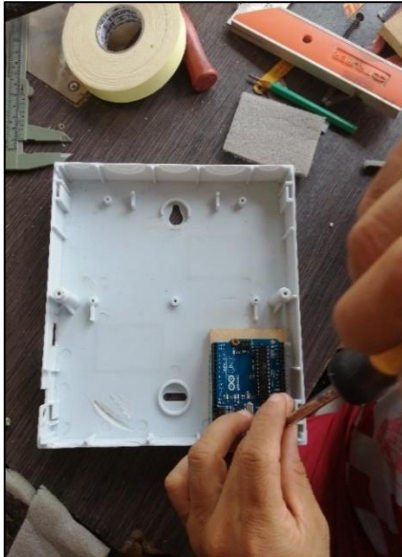
Figura 19. Elaboración de agujeros



Fuente: Grupo de investigación

Procedemos a ubicar las tarjetas arduino, y ajustamos para que se fije en esa posición.

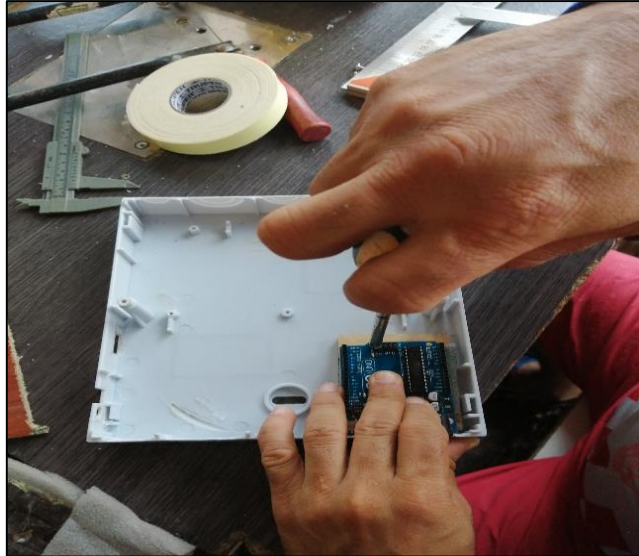
Figura 20: Ubicación de tarjeta Arduino



Fuente: Grupo de investigación

Ajustamos con perno con undestornillador estrela en los horificio de la tarjeta arduino uno.

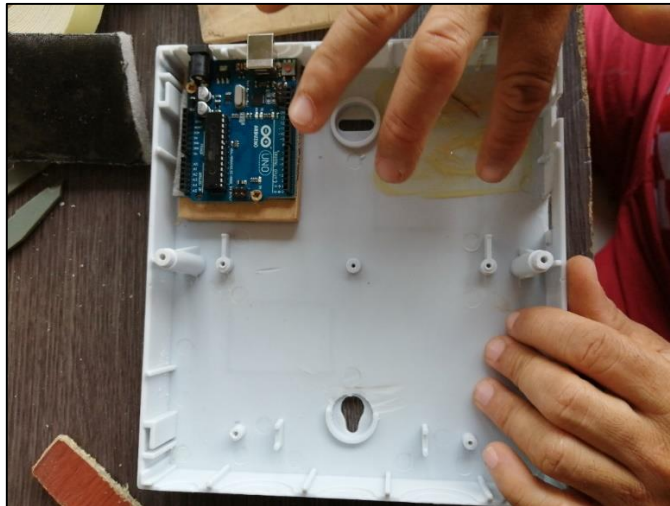
**Figura 21:** Ajuste de placa Arduino Uno



Fuente: Grupo de investigación

Aplicamos pegamento de semento contacto antes de pegar la tabla para que no obtruya los puntos de soldadura que por defecto traen en las tarjetas.

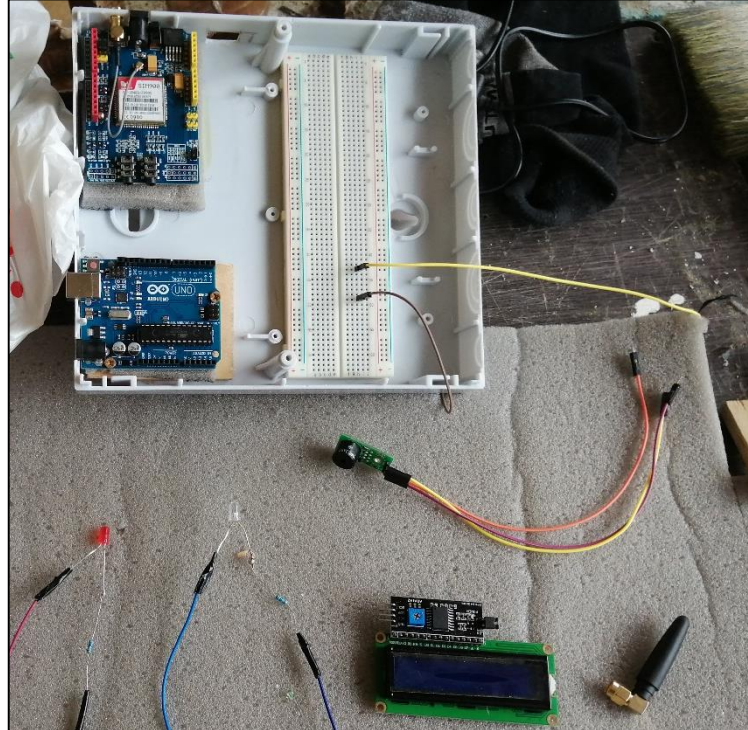
**Figura 22:** Aplicación de pegamento



Fuente: Grupo de investigación

Pegamos con cinta de doble face la protoboar, para luego hacer las conexiones de los demas componetes electronicos.

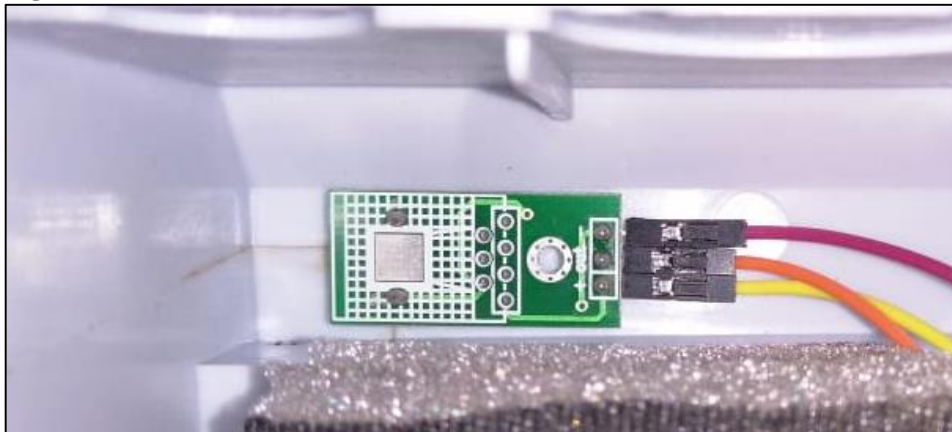
**Figura 23:** Fijación del protoboard



**Fuente:** Grupo de investigación

Ubicamos el componente buzzer o sonido, y fijamos con silicona

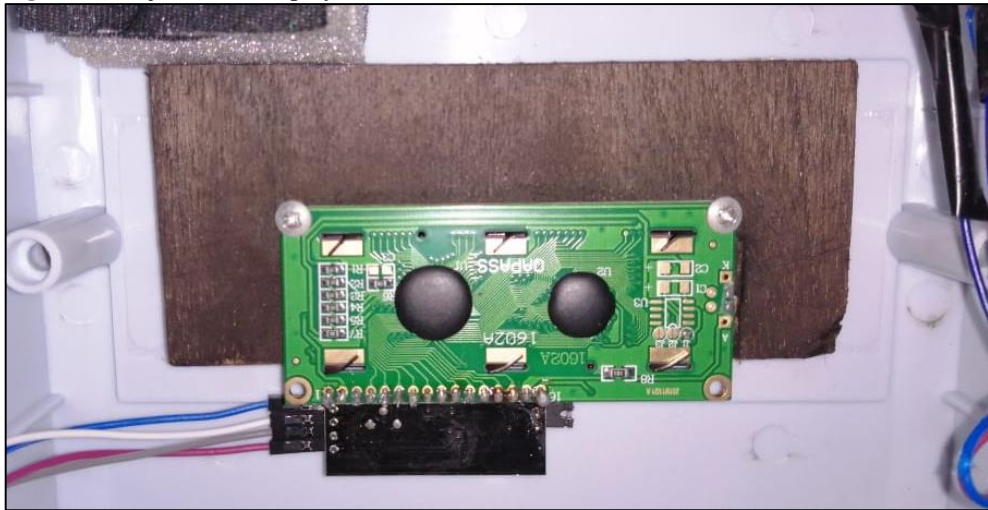
**Figura 24:** Colocación de Buzzer



**Fuente:** Grupo de investigación

Procedemos a fijar a la tabla ,el componente Dsiplay 16x2 con tornillos en las esquinas.

**Figura 25:** Fijación de Display



Fuente: Grupo de investigación

Para finalizar colocar las luces led (rojo y azul) para identificar el estado del sistema. Luego fijamos con silicona.

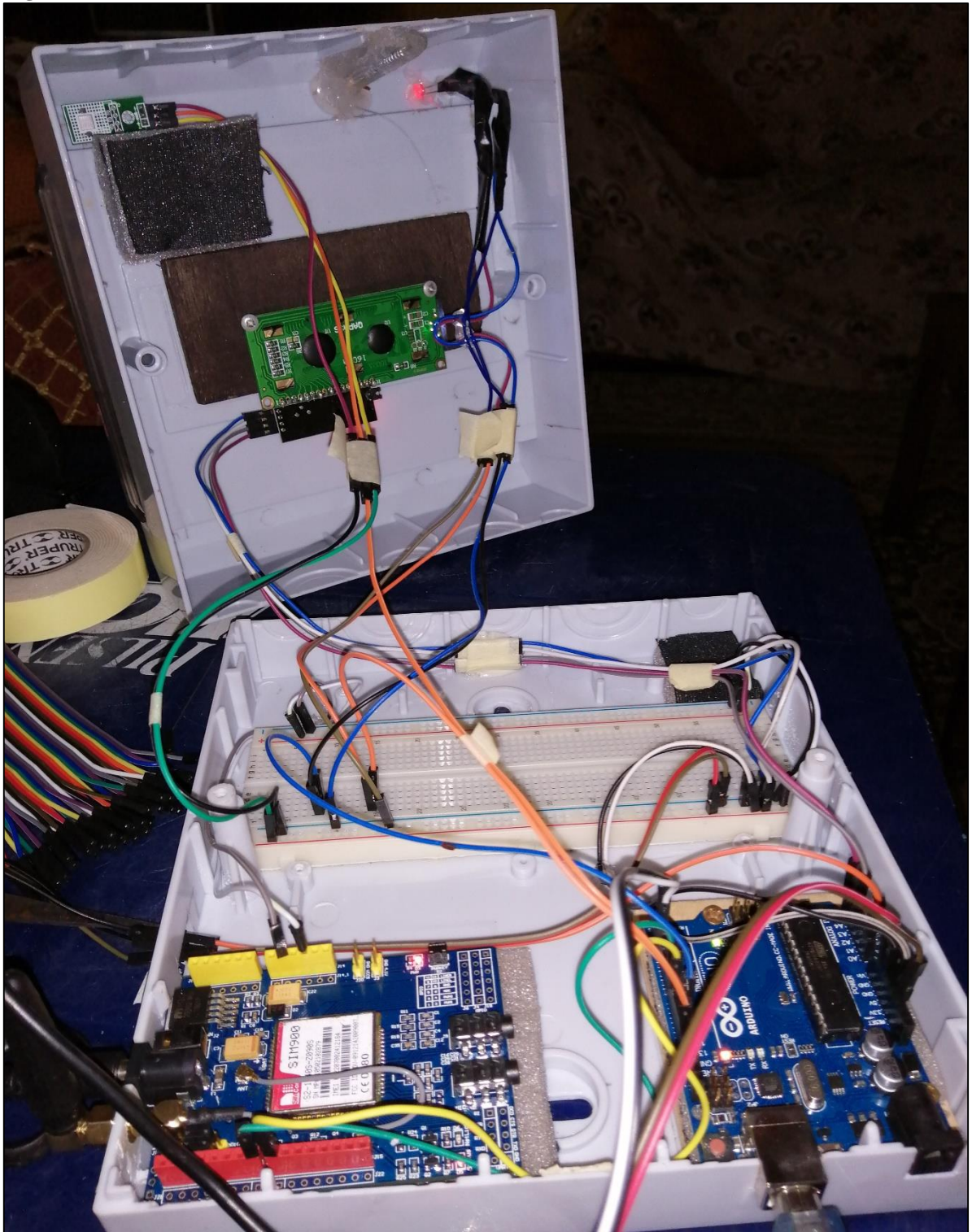
**Figura 26:** Colocación de Leds



Fuente: Grupo de investigación

Procedemos con las conexiones y obtenemos un resultado así.

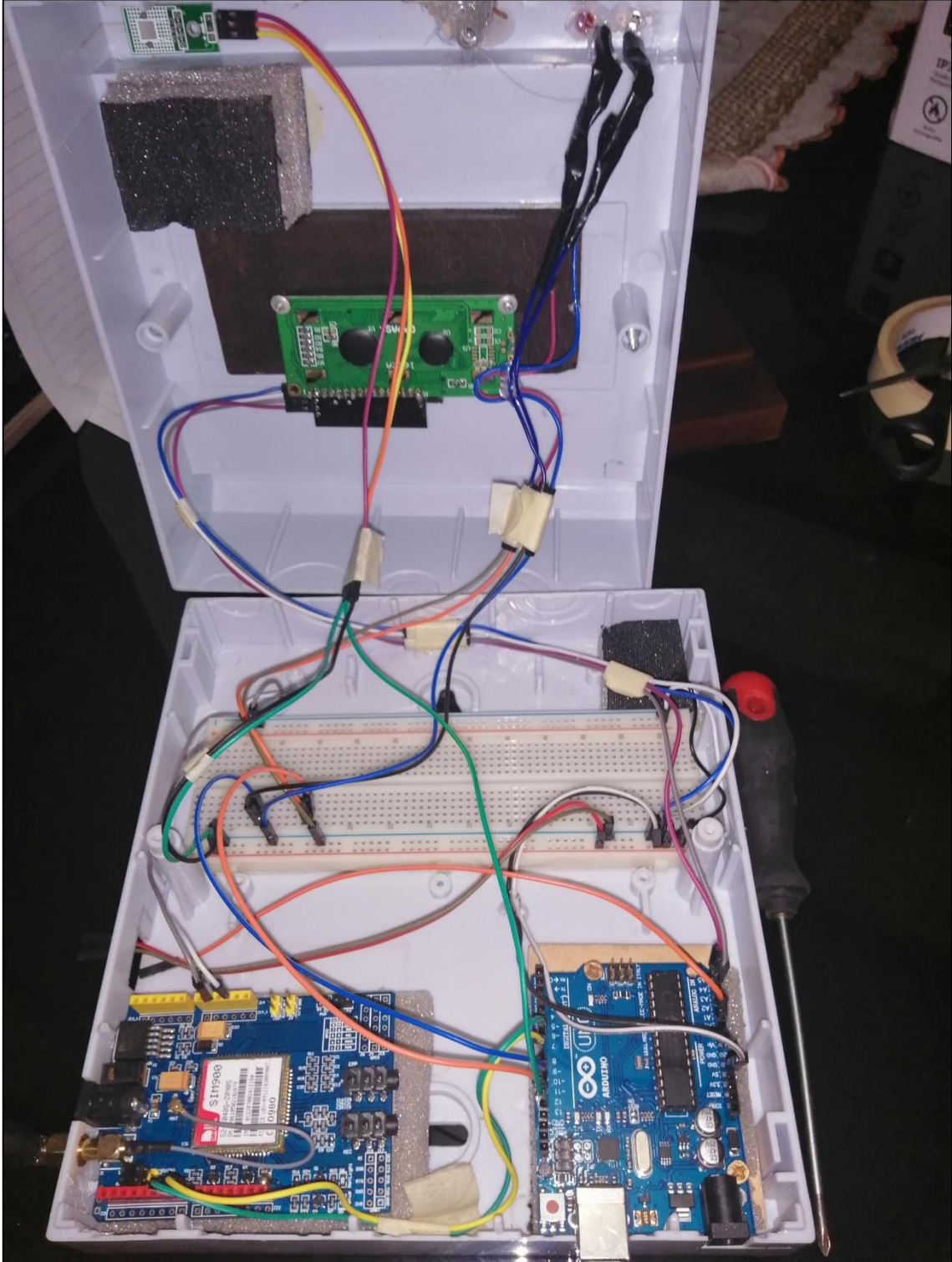
**Figura 27:** Sistema con sus conexiones.



**Fuente:** Grupo de investigación

Colocar cinta desiba de papel, en las uniones de los cables jumpers para tener ordenados las conexiones y brindar seguridad.

**Figura 28:** Adecuación de cables



**Fuente:** Grupo de investigación

Vista frontal de la estructura plástica.

**Figura 29:** Vista frontal del proyecto ya armado.



Fuente: Grupo de investigación

Vista inferior de la estructura plástica.

**Figura 30:** Vista inferior del proyecto.



Fuente: Grupo de investigación

## Anexo 7: Prototipo del Sistema

### Implantación del Sistema de un Sistema De Control en la detección y Prevención de Fuga de gas (G.L.P) en el Cantón la Maná.

Sistema ubicado en el hogar, parte de la concina con un a distancia de 1.5 metro.

**Figura 31:** Instalación del sistema para las pruebas de funcionalidad



**Fuente:** Grupo de investigación

Vista lateral del sistema

**Figura 32:** Sistema en funcionamiento



**Fuente:** Grupo de investigación

Sistema funcionando (estado de alerta).

**Figura 33:** Sistema en estado de alerta



**Fuente:** Grupo de investigación

Sistema en estado Normal

**Figura 34:** Sistema en (estado Normal).



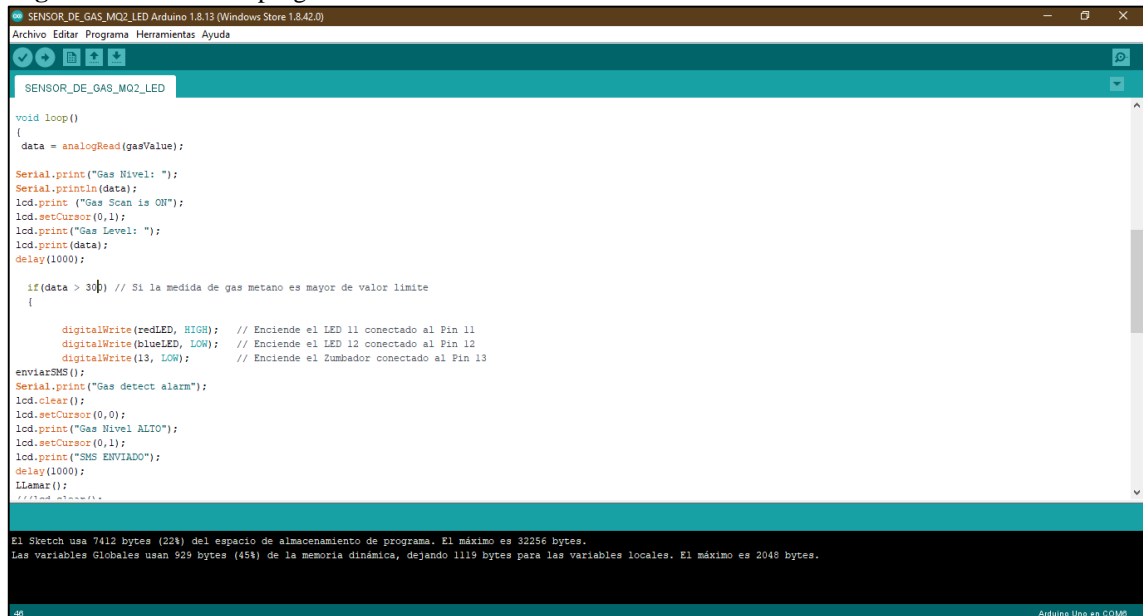
**Fuente:** Grupo de investigación

## Anexo 8: Manual del Sistema

### MANUAL DEL SISTEMA

Código programado en la tarjeta Arduino y SIM900

**Figura 35:** Interfaz de programación Arduino



```

SENSOR_DE_GAS_MO2_LED

void loop()
{
  data = analogRead(gasValue);

  Serial.print("Gas Nivel: ");
  Serial.println(data);
  lcd.print("Gas Scan is ON");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Gas Level: ");
  lcd.print(data);
  delay(1000);

  if(data > 300) // Si la medida de gas metano es mayor de valor limite
  {
    digitalWrite(redLED, HIGH); // Enciende el LED 11 conectado al Pin 11
    digitalWrite(blueLED, LOW); // Enciende el LED 12 conectado al Pin 12
    digitalWrite(13, LOW); // Enciende el Zumbador conectado al Pin 13

    enviarSMS();
    Serial.print("Gas detect alarm");
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Gas Nivel ALTO");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("SMS ENVIADO");
    delay(1000);
    LLamar();
  }
}

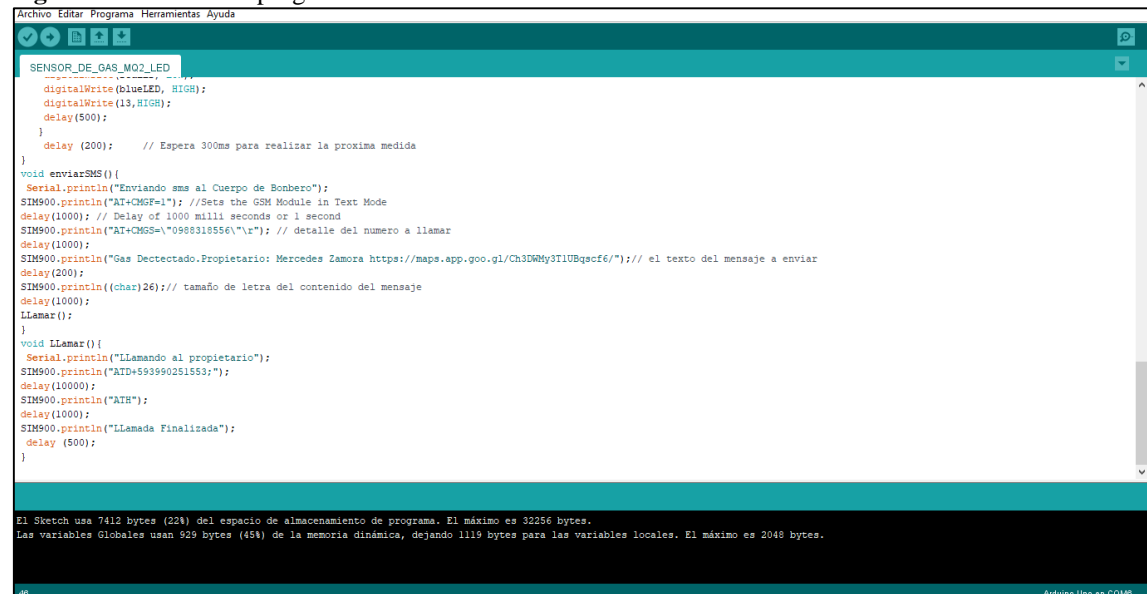
El Sketch usa 7412 bytes (22%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 32256 bytes.
Las Variables Globales usan 929 bytes (45%) de la memoria dinámica, dejando 1119 bytes para las variables locales. El máximo es 2048 bytes.

```

Fuente: Grupo de investigación

Una vez cargado el código fuente en la tarjeta arduino uno, se revisa el puerto COM en este caso será (COM6).

**Figura 36:** Interfaz de programación Arduino



```

SENSOR_DE_GAS_MO2_LED

digitalWrite(blueLED, HIGH);
digitalWrite(13,HIGH);
delay(500);
}
delay(200); // Espera 300ms para realizar la proxima medida
}

void enviarSMS(){
  Serial.println("Enviando sms al Cuerpo de Bombero");
  SIM900.println("AT+CMGF=1"); //Sets the GSM Module in Text Mode
  delay(1000); // Delay of 1000 milli seconds or 1 second
  SIM900.println("AT+CMSS="0988318556"\r"); // detalle del numero a llamar
  delay(1000);
  SIM900.println("Gas Dectectado.Propietario: Mercedes Zamora https://maps.app.goo.gl/Ch3DWhY3T1UBqscf6?"); // el texto del mensaje a enviar
  delay(200);
  SIM900.println((char)26); // tamaño de letra del contenido del mensaje
  delay(1000);
  LLamar();
}

void LLamar(){
  Serial.println("LLamando al propietario");
  SIM900.println("ATD+593990251553;");
  delay(10000);
  SIM900.println("ATH");
  delay(1000);
  SIM900.println("LLamada Finalizada");
  delay(500);
}
}

El Sketch usa 7412 bytes (22%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 32256 bytes.
Las variables Globales usan 929 bytes (45%) de la memoria dinámica, dejando 1119 bytes para las variables locales. El máximo es 2048 bytes.

```

Fuente: Grupo de investigación

Verificamos los números registrados que son Dos como es: (El Oficial del Cuerpo de Bombero y el usuario) en código fuente para la acción de alerta de llamadas y mensajería con la ubicación GPS.

### **Código Fuente de Arduino IDE.**

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
SoftwareSerial SIM900(7, 8);
LiquidCrystal_I2C lcd (0x27 ,16,2);
int redLED = 11;
int blueLED = 12;
int gasValue = A0;
int data = 0;
void setup () {
  randomSeed(analogRead(0));
  SIM900.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(redLED, OUTPUT);
  pinMode(blueLED, OUTPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);

  lcd.init( );
  lcd.backlight( );
  lcd.clear( );
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Sensor en Estado Normal");
  delay(4000);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Funcionado");
  delay(4000);
}
void loop ( ) {
{
```

```
data = analogRead(gasValue);
Serial.print ("Gas Nivel: ");
Serial.println(data);
lcd.print ("Gas Scan is ON");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print ("Gas Level: ");
lcd.print(data);
delay(1000);
if(data >3000)
{
digitalWrite(reLED, HIGH);
digitalWrite(blueLED, LOW);
digitalWrite(13, LOW);

enviarSMS();
Serial.print ("Gas detec alarm");
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Gas Nivel ALTO");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print ("SMS ENVIADO");
delay(1000);
Llamar();
}
else{
Serial.println("Gas Nivel Bajo");
Lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Gas Nivel Normal");
delay(1000);
lcd.clear();
```

```

digitalWrite(redLED, LOW);
digitalWrite(blueLED, HIGH);
digitalWrite(13, HIGH);
delay(500);
}
delay(200);
}
void enviarSMS(){
Serial.println (“Enviando sms al cuerpo de Bombero”);
SIM900.println(“AT+CMGF=1”);
delay(1000);
SIM900.println(“AT+CMGS=\”0988318556\r”);
delay(1000);
SIM900.println(“Gas Detectado.Propietario: Denis Guaman https://maps.app.goo.gl/Ch3DWMY3T1UBqscf6/”);
delay(200);
SIM900.println((char)26);
delay(1000),
LLamar();
}
void LLamar(){
Serial.println(“Llamando al propietario”);
SIM900.println(“ATD+593988318556;”);
delay(1000);
SIM900.println(“ATH”);
delay(1000);
SIM900.println(“Llamada Finalizada”);
delay(500);
}

```

## Anexo 9: Prueba de Comunicación

### Prueba de comunicación

A continuación, documentaremos el funcionamiento de las alertas del sensor de gas. Este sistema cuenta con un código fuente, que se almacena en la placa Arduino.

El sensor al detectar el gas emite una señal que activa una alarma de sonido, también realiza una llamada telefónica a dos números diferentes (se puede agregar los números telefónicos en la programación) y envía el mensaje con la ubicación GPS de la ubicación del sistema con su serie. Como se muestra en el gráfico.

El valor analógico establecido en el sensor es de 3000, cuando el nivel de gas sobrepasa ese valor, se activa la alarma de sonido y las otras alertas que mientras se realiza se puede visualizar en el monitor serie de Arduino IDE.

### Prueba de llamada y SMS

**Figura 37:** Llamada entrante por parte del sistema



Fuente: Grupo de investigación

## Notificación de prueba de llamada y SMS

**Figura 38:** Mensaje de alerta de parte del sistema notificando fugas de gas



**Fuente:** Grupo de investigación

## Comprobación de SMS GPS

**Figura 39:** Mensaje que contiene ubicación del domicilio en emergencia



**Fuente:** Grupo de investigación

## Comprobación de ubicación establecida del GPS del Sistema

**Figura 40:** Ubicación del lugar localizado en Google Maps.

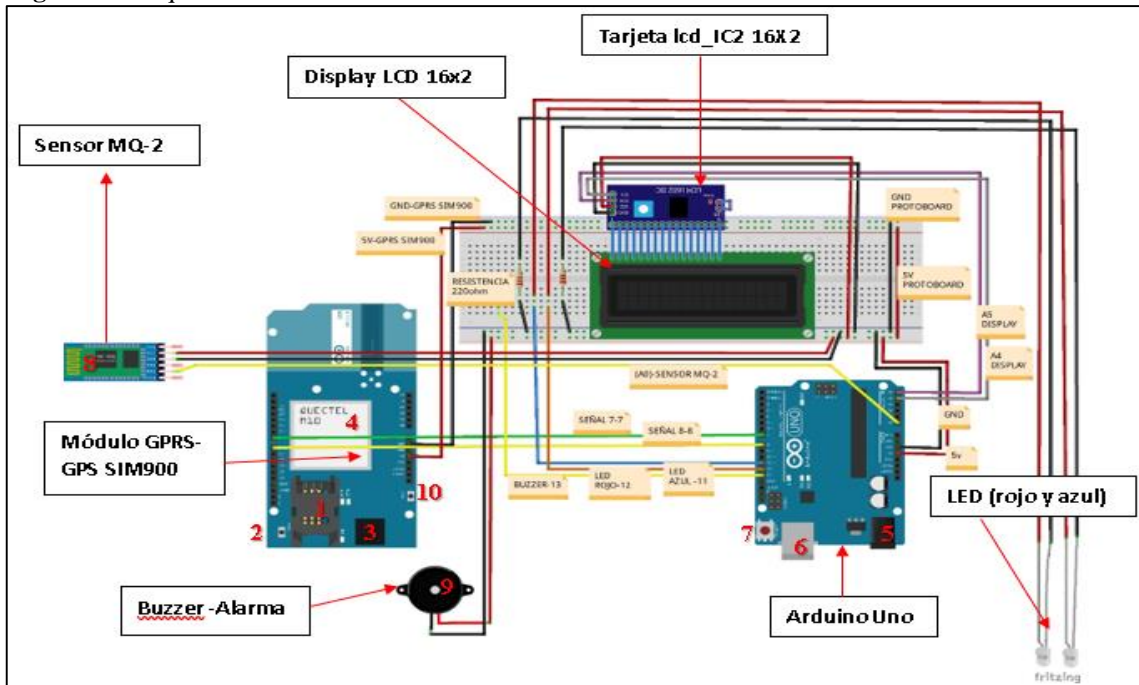


**Fuente:** Grupo de investigación

## Anexo 10: Esquema de Conexión del Sistema

### Esquema de conexión del sistema de detección y prevención de fuga de gas GLP

Figura 41: Esquema de conexión del sistema



Fuente: Grupo de investigación

Detalle de los componentes:

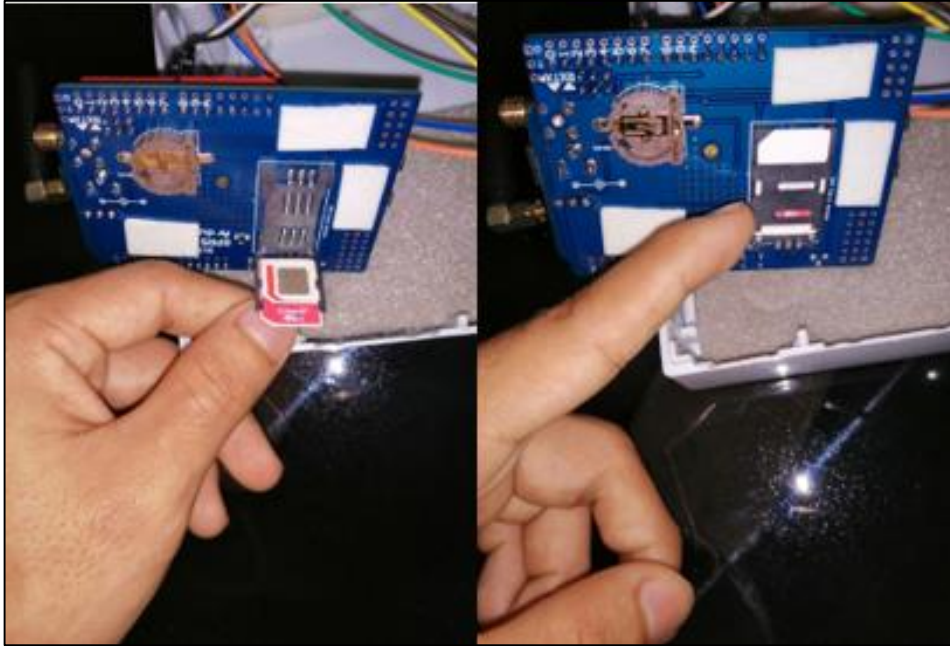
1. Zócalo SIM  
Permite insertar un chip de telefonía celular.
2. Encendido/Apagado  
Botón para encender o apagar el sistema.
3. Puerto de alimentación eléctrica.  
Permite que se pueda conectar un cable de alimentación eléctrica (fuente de poder) para poder encender la placa.
4. Módulo Chip GSM900  
Permite la comunicación con el usuario a través de llamadas y mensajes de texto (SMS).
5. Puerto de alimentación eléctrico  
Permite que se puede conectar un cable de alimentación eléctrica (fuente de poder) para poder encender la placa.
6. Ethernet Arduino  
Permite conectar un Arduino a una red.
7. Reset  
Permite reiniciar la placa.
8. Sensor de gas  
Detecta el gas.
9. Alarma  
Emite sonido para advertir de que existe una fuga de gas.
10. Reset
11. Permite reiniciar el código guardado en la placa.

## Anexo 11: Manual de Usuario

### Manual de Usuario

**Paso 1.** Insertar Chip en el Módulo GPRS-GSM SIM900, que está ubicada en la parte inferior de la tarjeta.

**Figura 42:** Insertar de chip en el modulo



Fuente: Grupo de Investigación

**Paso 2.** Conectar los cargadores de alimentación eléctrica del sistema 5v y 9v.

**Figura 43:** Conexión a fuente de energía



Fuente: Grupo de Investigación

**Paso 3.** Encenderá de forma automática el sistema, y esperamos que emita un sonido de inicio del sistema con su indicador led de color rojo.

**Figura 44:** Sistema encendido



**Fuente:** Grupo de Investigación

**Paso 4.** Visualizaremos en la pantalla el Estado y los valores de medición normales, para confirmar su funcionamiento correctivo.

**Figura 45:** Pantallas LED encendidas



**Fuente:** Grupo de Investigación

**Paso 5.** Reiniciar el sistema de forma manual en caso de que una persona se encuentre en el hogar y le afectara el sonido.

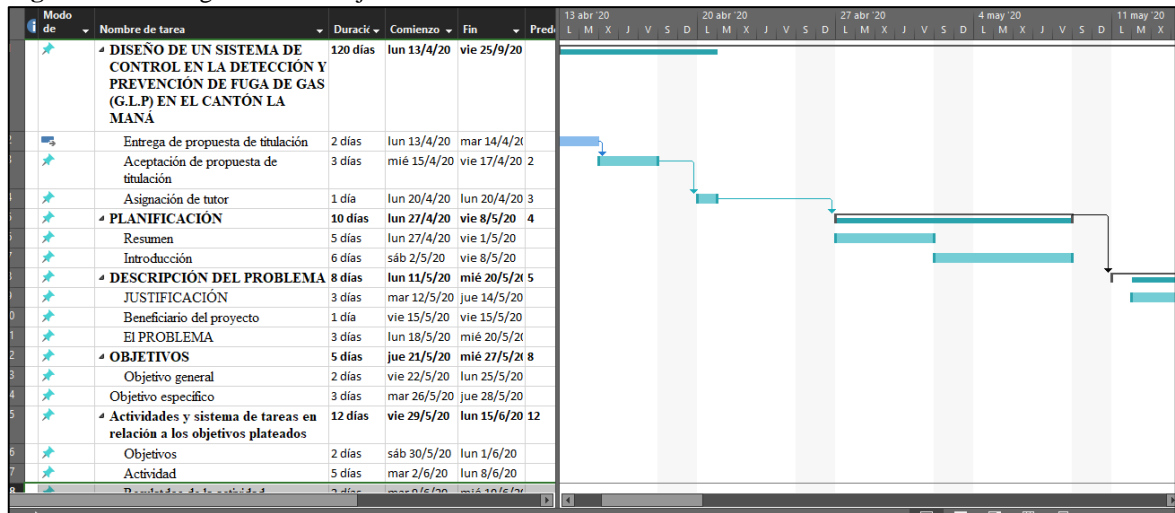
**Figura 46:** Indicador de reinicio del sistema



**Fuente:** Grupo de Investigación

## Anexo 12: Cronograma de Trabajo

Figura 47: Cronograma de trabajo



Fuente: Grupo de Investigación

Tabla 20: Cronograma de actividades

Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
<b>Programada manualmente</b>	<b>DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL EN LA DETECCIÓN Y PREVENCIÓN DE FUGA DE GAS (G.L.P) EN EL CANTÓN LA MANÁ</b>	<b>120 días</b>	<b>lun 13/4/20</b>	<b>vie 25/9/20</b>	
Programada automáticamente	Entrega de propuesta de titulación	2 días	lun 13/4/20	mar 14/4/20	
Programada manualmente	Aceptación de propuesta de titulación	3 días	mié 15/4/20	vie 17/4/20	3
Programada manualmente	Asignación de tutor	1 día	lun 20/4/20	lun 20/4/20	4
<b>Programada manualmente</b>	<b>PLANIFICACIÓN</b>	<b>10 días</b>	<b>lun 27/4/20</b>	<b>vie 8/5/20</b>	<b>5</b>
Programada manualmente	Resumen	5 días	lun 27/4/20	vie 1/5/20	
Programada manualmente	Introducción	6 días	sáb 2/5/20	vie 8/5/20	
<b>Programada manualmente</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>8 días</b>	<b>lun 11/5/20</b>	<b>mié 20/5/20</b>	<b>6</b>
Programada manualmente	JUSTIFICACIÓN	3 días	mar 12/5/20	jue 14/5/20	
Programada manualmente	Beneficiario del proyecto	1 día	vie 15/5/20	vie 15/5/20	
Programada manualmente	El PROBLEMA	3 días	lun 18/5/20	mié 20/5/20	
<b>Programada manualmente</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>5 días</b>	<b>jue 21/5/20</b>	<b>mié 27/5/20</b>	<b>9</b>
Programada automáticamente	Objetivo general	2 días	vie 22/5/20	lun 25/5/20	

manualmente			22/5/20	25/5/20	
Programada manualmente	Objetivo específico	3 días	mar 26/5/20	jue 28/5/20	
<b>Programada manualmente</b>	<b>Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados</b>	<b>12 días</b>	<b>vie 29/5/20</b>	<b>lun 15/6/20</b>	<b>13</b>
Programada manualmente	Objetivos	2 días	sáb 30/5/20	lun 1/6/20	
Programada manualmente	Actividad	5 días	mar 2/6/20	lun 8/6/20	
Programada manualmente	Resultado de la actividad	2 días	mar 9/6/20	mié 10/6/20	
Programada manualmente	Descripción de la actividad	3 días	jue 11/6/20	lun 15/6/20	
<b>Programada manualmente</b>	<b>FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA</b>	<b>13 días</b>	<b>jue 18/6/20</b>	<b>lun 6/7/20</b>	<b>16</b>
Programada manualmente	Antecedentes	2 días	vie 19/6/20	lun 22/6/20	
Programada manualmente	Metodología	3 días	mar 23/6/20	jue 25/6/20	
Programada manualmente	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	2 días	vie 26/6/20	lun 29/6/20	
Programada manualmente	Encuesta	5 días	mar 30/6/20	lun 6/7/20	
<b>Programada manualmente</b>	<b>METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL</b>	<b>20 días</b>	<b>mié 8/7/20</b>	<b>mar 4/8/20</b>	<b>21</b>
Programada manualmente	Investigación bibliográfica y documental	6 días	mié 8/7/20	mié 15/7/20	
Programada manualmente	Etapas de la metodología del proyecto	3 días	mié 22/7/20	vie 24/7/20	
<b>Programada manualmente</b>	<b>Análisis de discusión y resultados</b>	<b>2 días</b>	<b>sáb 25/7/20</b>	<b>lun 27/7/20</b>	
Programada manualmente	Validación de la propuesta.	2 días	mar 28/7/20	mié 29/7/20	
Programada manualmente	Población y muestra	2 días	jue 30/7/20	vie 31/7/20	
Programada manualmente	Procedimiento de análisis de los resultados	1 día	vie 31/7/20	vie 31/7/20	
Programada manualmente	<b>IMPACTOS</b>	1 día	sáb 1/8/20	sáb 1/8/20	
Programada manualmente	Impacto Técnico	1 día	dom 2/8/20	dom 2/8/20	
Programada manualmente	Impacto Social	1 día	lun 3/8/20	lun 3/8/20	
Programada manualmente	Impacto Ambiental	1 día	mar 4/8/20	mar 4/8/20	
<b>Programada manualmente</b>	<b>PRESUPUESTO PARA</b>	<b>5 días?</b>	<b>mié 5/8/20</b>	<b>mar 11/8/20</b>	<b>26</b>

<b>LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO</b>					
Programada manualmente	<b>Primer Semestre</b>				
Programada manualmente	Adquisición y costos de componentes para e hardware y su elaboración	2 días	jue 6/8/20	vie 7/8/20	
Programada manualmente	<b>Segundo trimestre</b>				
Programada manualmente	Costo de software para la programación.	2 días	sáb 8/8/20	lun 10/8/20	
Programada manualmente	<b>Tercer trimestre</b>				
Programada manualmente	Costo de elaboración e instalación	1 día	mar 11/8/20	mar 11/8/20	
<b>Programada manualmente</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>8 días</b>	<b>mié 12/8/20</b>	<b>vie 21/8/20</b>	<b>37</b>
Programada manualmente	Conclusión 1	1 día	jue 13/8/20	jue 13/8/20	
Programada manualmente	Conclusión 2	1 día	jue 13/8/20	jue 13/8/20	
Programada manualmente	Conclusión 3	1 día	jue 13/8/20	jue 13/8/20	
Programada manualmente	Recomendación 1	1 día	jue 13/8/20	jue 13/8/20	
Programada manualmente	Recomendación 2	1 día	jue 13/8/20	jue 13/8/20	
Programada manualmente	Recomendación 3	1 día	jue 13/8/20	jue 13/8/20	
Programada manualmente	<b>ENCUESTA</b>	2 días	vie 14/8/20	lun 17/8/20	
Programada manualmente	Formulación de preguntas	2 días	mar 18/8/20	mié 19/8/20	
Programada manualmente	<b>Prueba y funcionamiento</b>	2 días	jue 20/8/20	vie 21/8/20	
<b>Programada manualmente</b>	<b>ENTREGA DEL PROYECTO</b>	<b>30 días</b>	<b>lun 17/8/20</b>	<b>vie 25/9/20</b>	<b>44</b>
Programada manualmente	APROVACIÓN DE FECHAS DE PREDEFENSA Y DEFENSA FINAL	5 días	lun 24/8/20	vie 28/8/20	
Programada manualmente	PREDEFENSA	5 días	lun 31/8/20	vie 4/9/20	
Programada manualmente	Entrega de Correcciones	5 días	lun 7/9/20	vie 11/9/20	
Programada manualmente	Entrega de Empastado	5 días	lun 14/9/20	vie 18/9/20	
Programada manualmente	Defensa Final	5 días	lun 21/9/20	vie 25/9/20	

Fuente: Grupo de investigación

## Anexo 13: Solicitud y Certificación del Sistema

**Figura 48.** Solicitud de certificación del sistema de control y prevención de fuga de gas



**UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE  
COTOPAXI**



**Carrera de  
Sistemas de Información  
La Maná**

Quevedo, 24 de agosto del 2020

**SOLICITUD**

Sr. Jorge Rendon

**JEFE DE PREVENCIÓN DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN  
QUEVEDO**

CUERPO DE BOMBEROS MUNICIPAL  
DEL CANTÓN QUEVEDO

**RECIBIDO**

25 AGO 2020 HORA 12:20

DPTO. PREVENCIÓN

**Presente**

Por este medio del presente, le reitero un cordial saludos y a su vez muy comedidamente solicito a usted, que permita presentar el proyecto: **Diseño de un Sistema de Control en la Detección y Prevención de Fuga de gas (G.L.P) en el Cantón La Maná**, lo cual solicito la revisión técnica para la aprobación calificada MUY BUENO, BUENO, MALO, para la implementación del mismo, a su vez, otorgar todas las medidas de seguridad y orientación a la ciudadanía, con el cumplimiento del objetivo a realizar las actividades académicas correspondientes de proyecto de investigación del 10mo año, conjuntamente con representantes de los estudiantes: **Guamán Bajaña Denis Miguel y Toaquiza Vega Italo Moises** de la carrera de **Ingeniería en Informática y Sistemas computacionales**, impartido por el docente tutor: **Ing. M.Sc. Jhonny Xavier Bajaña Zajia**, con los resultados obtenidos, llevar a cabo la implementación del proyecto de investigación.

Por la atención que se digne dar a la presente con la aprobación del proyecto mencionado, anticipo mis agradecimientos.

Atentamente,



**Sr. Jorge Rendon**

**JEFE DE PREVENCIÓN**

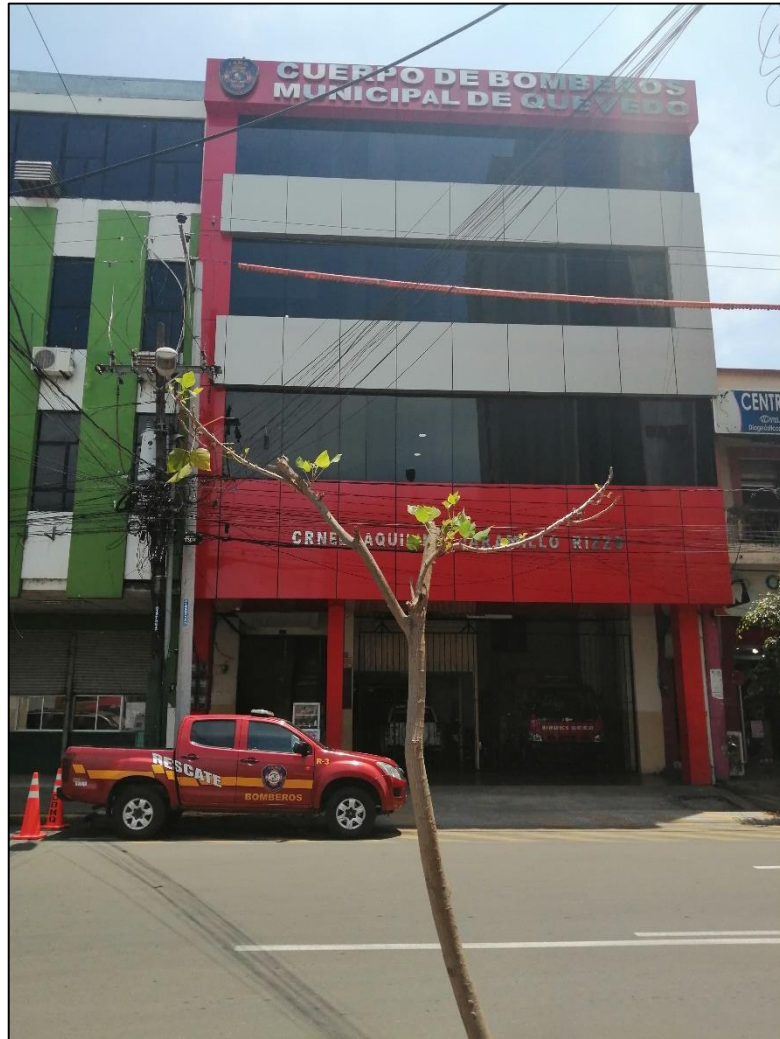


**Ing. M.Sc. Jhonny Xavier  
Bajaña Zajia**

**DOCENTE TUTOR**

Fuente: Grupo de investigación

**Figura 49:** Cuerpo de Bomberos Municipal del Cantón Quevedo



**Fuente:** Grupo de investigación

**Figura 50:** Certificación del sistema, por parte del Cuerpo de Bomberos del Cantón Quevedo

		<p><b>Carrera de</b> <b>Sistemas de Información</b> <b>La Maná</b></p>
<h2 style="margin: 0;">CERTIFICACIÓN</h2>		
<p>El Sr. Rendon Jorge con <b>C.I.: 1204044810</b>, <b>JEFE DE PREVENCIÓN DEL CUERPO DE BOMBERO DEL CANTÓN QUEVEDO</b> certifica que:</p>		
<p>Los Señores <b>Guamán Bajaña Denis Miguel</b> y <b>Toaquiña Vega Italo Moises</b>, estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, cumplieron a cabalidad con la revisión técnica para la aprobación calificada <b>MUY BUENO</b> para la implementación del proyecto con el nombre de <b>“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL EN LA DETECCIÓN Y PREVENCIÓN DE FUGA DE GAS (G.L.P) EN EL CANTÓN LA MANÁ”</b>, el mismo que cumple con todos los requerimientos de las medidas de seguridad establecidos en el transcurso de su investigación.</p>		
<p>Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los interesados hacer uso del presente documento siempre y cuando este dentro de las leyes.</p>		
<p>Atentamente;</p>		
<p>Quevedo, 25 de agosto del 2020</p>		
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">   </div> <p style="margin: 0;"><b>Jorge Rendon</b> <b>C.I.: 1204044810</b></p> <p style="margin: 0;"><b>JEFE DE PREVENCIÓN DEL CUERPO DE BOMBERO DEL CANTÓN QUEVEDO</b></p>		

**Fuente:** Grupo de investigación