PROYECTO DE INNOVACION TECNOLOGICA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ROBOT BOMBERO AUTOMATIZADO PARA LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN LA REGIÓN MOQUEGUA

ASESOR:

PROFESOR: HUACAN PUMA; ALFREDO

ESTUDIANTES:

DAVILA FALCON, PIERO

MAMANI VILCA, WINNIE

CHAIÑA PINEDA, JUAN

CHAVEZ ALEJO, BRUCE

MALPARTIDA ALBURQUEQUE, JHOSEP

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE ELECTRONICA INDUSTRIAL

2026

RESUMEN:

En el Perú, los incendios urbanos y forestales representan una amenaza constante para la seguridad de las personas, las viviendas, las actividades económicas y el medio ambiente. Según reportes del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), cada año se registran numerosos incendios en distintas regiones del país, muchos de ellos originados por actividades humanas, fallas eléctricas, quema de residuos o accidentes domésticos. Estas emergencias generan pérdidas materiales significativas y ponen en riesgo la vida de la población y de los equipos de primera respuesta.

La región Moquegua no es ajena a esta problemática. Durante los últimos años se han reportado incendios urbanos y forestales que han requerido la intervención de las compañías de bomberos y organismos de defensa civil. En 2025, por ejemplo, se registraron incendios forestales en la provincia de Mariscal Nieto que afectaron áreas agrícolas y ecosistemas locales, movilizando recursos de emergencia para controlar la propagación del fuego. Asimismo, en la provincia de Ilo se reportaron incendios urbanos que demandaron la participación conjunta de varias compañías de bomberos para su extinción.

La capacidad operativa de los bomberos en Moquegua es fundamental para la atención de estas emergencias. La Compañía de Bomberos Mariscal Nieto N.° 74 cuenta actualmente con alrededor de 49 bomberos activos y dispone de recursos limitados para enfrentar distintos tipos de siniestros. Sus representantes han señalado la necesidad de continuar fortaleciendo el equipamiento y la capacidad de respuesta ante incendios y emergencias complejas.

A esta situación se suman dificultades operativas que pueden retrasar la atención oportuna de las emergencias. En 2025 se reportaron problemas en las comunicaciones del número de emergencia 116 en Moquegua, situación que evidenció la importancia de contar con herramientas tecnológicas complementarias que contribuyan a mejorar la rapidez de respuesta frente a incendios y otros eventos de riesgo.

Frente a esta problemática surge la necesidad de implementar soluciones tecnológicas innovadoras que apoyen las labores de prevención y control de incendios. En este contexto, el proyecto propone el diseño e implementación de un Robot Bombero Autónomo Controlado por Arduino, capaz de detectar llamas mediante sensores electrónicos, desplazarse de manera autónoma hacia la fuente de calor, evitar obstáculos y activar un sistema de extinción mediante agua. El uso de sensores de llama, sensores ultrasónicos, servomotores, bombas de agua y sistemas de control basados en Arduino permite desarrollar una solución de bajo costo, eficiente y adaptable a diversos escenarios.

La importancia de este proyecto radica en que contribuye a reducir el riesgo de exposición humana en zonas peligrosas, permite actuar rápidamente durante las etapas iniciales de un incendio y fomenta la aplicación práctica de conocimientos de Electrónica Industrial, Automatización y Control. Además, promueve el uso de tecnologías inteligentes para la protección de las personas, la infraestructura y el medio ambiente.

Por ello, el desarrollo de un robot bombero autónomo constituye una alternativa tecnológica viable que puede complementar las acciones de prevención y respuesta ante incendios en la región Moquegua, fortaleciendo la seguridad y fomentando la innovación tecnológica aplicada a la solución de problemas reales de la sociedad.

INDICE

I. INFORMACIÓN GENERAL 5
1.1 Nombre del Proyecto 5
1.2 Tipo o Categoría 5
1.3 Área / Línea de Investigación 5
1.4 Responsables 5
II. EL PROBLEMA 6
2.1 Caracterización del Problema 6
2.2 Planteamiento del Problema 7
2.3 Propuesta del Proyecto de Innovación 7
2.4. Objetivos 7
2.4.1. Objetivo General 7
2.4.2. Objetivos Específicos 8
2.5. Justificación 8
2.6. Marco Referencial 9
III. EJECUCION DEL PROYECTO 11
3.1. Actividades de Inicio 11
3.2. METODOLOGIA 13
3.3. ACTIVIDADES DE DESARROLLO 13
3.3.1. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA INNOVACION 13
3.3.2. PRUEBAS REALIZADAS 14
3.3.3. IMPACTOS 15
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES: 16
ANEXOS: 17

I. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Nombre del Proyecto

Diseño e implementación de un robot bombero automatizado para la extinción de incendios en la región Moquegua – Perú

1.2 Categoría

Procesos de producción de bienes y servicios.

1.3 Línea de Investigación

Tecnología de sistemas de control automático.

1.4 Responsables

DOCENTE ASESOR

PROFESOR: ALFREDO CESAR HUACAN PUMA

INTEGRANTES:

- PIERO ESTEFANO DAVILA FALCON
- WINNIE VALERIA MAMANI VILCA
- JUAN CARLOS CHAIÑA PINEDA
- BRUCE IHMAEL CHAVEZ ALEJO
- JHOSEP MANUEL MALPARTIDA ALBURQUEQUE

II. EL PROBLEMA

2.1 Caracterización del Problema

En la región Moquegua, el crecimiento de las actividades industriales, mineras y de transporte ha incrementado significativamente los riesgos relacionados con incendios y accidentes industriales. La actividad minera representa uno de los principales motores económicos de la región, lo cual implica una constante movilización de combustibles, maquinaria pesada y materiales inflamables.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Moquegua posee aproximadamente 200 mil habitantes, siendo una de las regiones menos pobladas del Perú; sin embargo, presenta una alta actividad económica vinculada a minería y energía. Esto genera una exposición importante a riesgos industriales y vehiculares.

Asimismo, el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) reportó múltiples eventos de emergencia en el país durante el año 2024, destacando más de 1700 incendios forestales a nivel nacional. En Moquegua también se han registrado incendios forestales y emergencias relacionadas con transporte de combustibles y actividad industrial.

Los cuerpos de bomberos enfrentan riesgos constantes como exposición a gases tóxicos, explosiones por materiales inflamables, colapso estructural, altas temperaturas y dificultad de acceso a zonas peligrosas.

La atención de estas emergencias continúa dependiendo principalmente de intervención humana directa, aumentando el riesgo de lesiones graves o pérdida de vidas.

2.2 Planteamiento del Problema

¿De qué manera se puede implementar un sistema robótico automatizado controlado remotamente que permita reducir los riesgos a los que se exponen los bomberos durante la atención de incendios en la región Moquegua?

2.3 Propuesta del Proyecto de Innovación

2.3.1 Descripción de la Propuesta

Se propone el desarrollo de un prototipo de robot bombero automatizado controlado remotamente, capaz de desplazarse hacia zonas de riesgo para realizar labores de inspección y mitigación de incendios.

El sistema contará con cámara de transmisión en tiempo real, sistema de tracción, sensores de temperatura, control remoto inalámbrico, sistema de expulsión de agua y estructura resistente al calor.

El robot permitirá disminuir la exposición directa del personal humano durante emergencias de alto riesgo.

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo General

Desarrollar un prototipo de robot bombero controlado remotamente para apoyar la extinción de incendios y reducir riesgos en la región Moquegua.

2.4.2. Objetivos Específicos

- Diseñar la estructura electromecánica del robot.
- Implementar el sistema automatizado y control remoto inalámbrico.
- Integrar sensores y sistemas de monitoreo.
- Implementar transmisión de video en tiempo real.
- Evaluar el funcionamiento del prototipo en escenarios simulados.

2.5. Justificación

La implementación de un robot bombero se justifica debido al incremento de incendios y emergencias registradas tanto en el Perú como en la región Moquegua.

Entre las principales razones destacan la protección de la vida del personal de bomberos, reducción de accidentes laborales, incorporación de tecnología en emergencias y apoyo en zonas de difícil acceso.

Actualmente existe una limitada implementación de sistemas robóticos de emergencia en el Perú, generando una oportunidad de innovación y desarrollo tecnológico.

2.6. Marco Referencial

El proyecto se fundamenta en robótica móvil, sistemas de control remoto, automatización, sensores electrónicos y seguridad industrial.

Los robots bombero representan una herramienta tecnológica utilizada en diversos países para minimizar riesgos humanos durante emergencias.

En el Perú, la necesidad de este tipo de sistemas se relaciona con el incremento de incendios forestales, actividad minera e industrial y transporte de materiales peligrosos.

Los incendios representan uno de los principales riesgos ambientales y sociales en diversas regiones del Perú, afectando tanto zonas urbanas como rurales. En los últimos años, la región Moquegua ha registrado eventos asociados principalmente a la quema de residuos sólidos, incendios urbanos y focos en áreas de vegetación seca.

Estos eventos requieren atención especial debido a su impacto en la salud de la población, el medio ambiente y la infraestructura local. Por ello, el presente informe presenta un análisis estadístico basado en reportes oficiales del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), con el objetivo de identificar tendencias, tipos de incendios y su evolución entre los años 2022 y 2023.

ESTADÍSTICAS OFICIALES – INCENDIOS EN MOQUEGUA (INDECI 2023)

Incendios reportados en el distrito de Moquegua (casos relevantes INDECI)

- Caso 1: Incendio en botadero de residuos sólidos (Chen Chen)

  - ✓ Fecha de inicio: 26 de agosto de 2023
  - ✓ Lugar: Botadero “Quebrada Cementerio N.º 2” – Chen Chen, Moquegua
  - ✓ Tipo de incendio: Residuos sólidos (ambiental)
  - ✓ Duración: ~4 días
  - ✓ Control: Extinguido el 20 de diciembre de 2023 (reingresos y reactivaciones)
  - ✓ Respuesta: Bomberos + municipalidad + OEFA + COEN
  - ✓ Impacto: Emisión de humos tóxicos y afectación ambiental

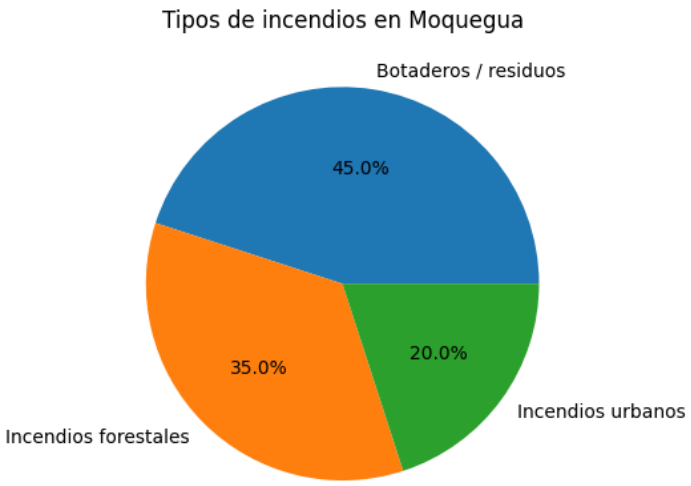
- Caso 2: Incendio urbano con afectación a viviendas (diciembre 2023)

    - ✓ Fecha: 20 de diciembre de 2023
    - ✓ Lugar: Distrito de Moquegua
    - ✓ Viviendas afectadas: 11
    - ✓ Viviendas destruidas: 3
    - ✓ Damnificados: 2 personas
    - ✓ Control: Bomberos de San Antonio y Mariscal Nieto
    - ✓ Duración: controlado el mismo día
    - ✓ Tipo: Incendio urbano

En Moquegua (2023), los incendios registrados en reportes oficiales de INDECI se concentran principalmente en:

- Botaderos de residuos sólidos (principal problema)
- Incendios urbanos con daños a viviendas

Y el evento más representativo fue el incendio del botadero de Chen Chen, que tuvo impacto ambiental prolongado y requirió intervención interinstitucional.



III. EJECUCION DEL PROYECTO

3.1. Actividades de Inicio

- Investigación sobre incendios y emergencias en Moquegua.
- Revisión de antecedentes tecnológicos.
- Identificación de necesidades de los cuerpos de bomberos.

3.1.1. CRONOGRAMA

ITEM	ACTIVIDADES	ABRIL				MAYO				JUNIO			
		SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04
1	IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	x											
	VALIDACIÓN DE IDEAS	x											
	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		x										
	BUSQUEDA DE SOLUCIONES		x										
	FUNDAMENTO TEORICO			x									
	ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN				x								
	VALIDACIÓN DEL PROYECTO				x								
	PLANTEAMINETO DEL PROYECTO				x								
2	TRABAJO DE CAMPO					x							
	DISEÑO Y ELABORACION DEL PROYECTO						x	x					
	PERIODO DE PRUEBAS								x				
3	PROCESAMIENTO Y TABULACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN								x				
4	APLICACION DEL PROYECTO								x				
	EVALUCIÓN DE RESULTADOS									x			
5	DIVULGACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN										x		
	ELABOTRACIÓN DEL INFORME FINAL										x		
	PRESENTACIÓN DEL PROYECTO											x	x

3.1.2. PRESUPUESTO

Ítem	Material / Componente	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
1	Arduino UNO R3	1	100.00	100.00
2	ESP32 CAM (cámara WiFi)	1	45.00	45.00
3	Driver de motores L298N	2	22.00	22.00
4	Motor DC 12V	2	28.00	56.00
5	Chasis robótico con ruedas	1	200.00	200.00
8	Módulo relé 5V	5	15.00	75.00
9	Bomba de agua mini 12V	1	100.00	35.00
10	Manguera y boquilla	1	15.00	15.00
11	Batería recargable 12V	1	85.00	85.00
12	Protoboard	1	20.00	20.00
13	Juego de cables jumper	1	15.00	15.00
14	Interruptores y conectores	1	18.00	18.00
15	Estructura	1	30.00	30.00
16	Tornillos y accesorios	1	20.00	20.00
17	Soldadura y estaño	1	18.00	18.00
18	Cables	1	30.00	30.00
	TOTAL			**784.00**

3.2. METODOLOGIA

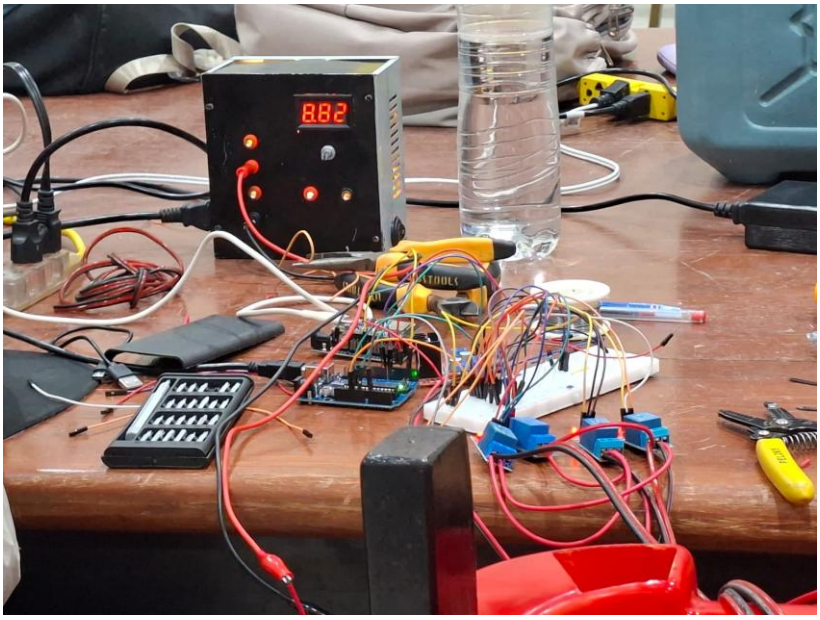
Nuestro proyecto se desarrolla utilizando la metodología experimental ya que el proyecto es ejecutable.

3.3. ACTIVIDADES DE DESARROLLO

3.3.1. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA INNOVACION

- Semanas 1 a 4: Se realiza la identificación de la problemática de incendios en la región Moquegua mediante el análisis de información estadística proveniente de entidades oficiales, además de la formulación de objetivos y la elaboración del marco teórico que sustenta la propuesta tecnológica.
- Semanas 4 a 7: Se desarrolla el diseño mecánico, electrónico y de control del robot bombero, seleccionando los componentes necesarios, realizando el ensamblaje del prototipo y programando los sensores y actuadores para la detección y extinción de incendios.
- Semanas 7 a 10: Se ejecutan pruebas de funcionamiento, calibración de sensores, corrección de errores y simulaciones de escenarios de incendio para verificar la eficacia del sistema.
- Semanas 10 a 12: Se evalúan los resultados obtenidos, se elabora el informe final del proyecto de innovación tecnológica y se prepara la sustentación para la presentación del robot bombero como alternativa de apoyo a las labores de emergencia en la región Moquegua.

3.3.2. PRUEBAS REALIZADAS



La prueba consistió en energizar el circuito mediante una fuente regulable de voltaje y comprobar la respuesta de los módulos de control ante las señales enviadas por el microcontrolador. Asimismo, se evaluó la estabilidad del suministro eléctrico, el encendido de los indicadores LED y la activación de los actuadores encargados de ejecutar las acciones programadas.

Los resultados obtenidos demostraron que el sistema respondió de manera adecuada, manteniendo una comunicación estable entre los componentes y permitiendo la ejecución de las funciones previstas. Esta prueba permitió identificar y corregir pequeñas fallas de cableado, garantizando un funcionamiento más seguro y eficiente para las siguientes etapas de integración y pruebas del robot bombero automatizado.

3.3.3. IMPACTOS

El proyecto “Diseño e implementación de un robot bombero automatizado para la extinción de incendios en la región Moquegua – Perú

tendrá un impacto significativo en los ámbitos social, tecnológico, económico y ambiental. Su implementación permitirá intervenir de manera rápida y segura en situaciones de incendio, especialmente en zonas donde el acceso para los bomberos representa un alto riesgo.

Desde el punto de vista social, contribuirá a la protección de la vida humana al reducir la exposición de los bomberos y de la población a situaciones peligrosas. Además, fomentará la cultura de prevención y el interés por la innovación tecnológica entre estudiantes y ciudadanos.

En el aspecto tecnológico, el proyecto promueve el desarrollo de soluciones innovadoras basadas en electrónica, programación y automatización, demostrando la aplicación práctica de estas tecnologías para resolver problemas reales de la comunidad.

En el ámbito económico, la detección temprana y el control inicial de incendios pueden disminuir considerablemente las pérdidas materiales en viviendas, establecimientos comerciales, áreas agrícolas e infraestructura pública, reduciendo los costos asociados a la recuperación de daños.

Por último, el impacto ambiental se refleja en la disminución de los daños ocasionados por incendios forestales o urbanos, contribuyendo a la conservación de ecosistemas, áreas verdes y recursos naturales de la región Moquegua.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- La implementación de un robot bombero automatizado representa una alternativa tecnológica viable para fortalecer la capacidad de respuesta ante incendios en la región Moquegua, contribuyendo a la seguridad de la población, la protección del medio ambiente y el desarrollo de soluciones
- Continuar el desarrollo del prototipo, incorporando sensores más precisos para la detección de humo, temperatura y gases inflamables.
- Implementar sistemas de comunicación inalámbrica que permitan el monitoreo y control remoto del robot en tiempo real durante las emergencias.
- Realizar pruebas de campo periódicas en diferentes escenarios simulados para evaluar y mejorar el desempeño del sistema.
- Establecer alianzas con compañías de bomberos y autoridades locales para validar el funcionamiento del robot y adaptar sus características a las necesidades reales de la región Moquegua.
- Buscar financiamiento institucional o empresarial para la fabricación de versiones más avanzadas y resistentes del robot.
- Incorporar inteligencia artificial y visión computacional en futuras versiones para identificar focos de incendio y tomar decisiones de manera autónoma.
- Promover la investigación tecnológica en instituciones educativas, incentivando a los estudiantes a desarrollar proyectos orientados a la solución de problemas locales.
- Difundir los resultados obtenidos para que el proyecto sirva como referencia para futuras iniciativas de innovación tecnológica relacionadas con la gestión de riesgos y emergencias.

ANEXOS:












MARS