

Protegiendo las comunidades: Sistema de alarma inteligente ante inundaciones utilizando tecnología Arduino

Autores:

Borges, Adrian

Universidad UMECIT, Panamá
Licenciatura en Sistemas y Programación
aborges2923@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0002-1731-0518>

Montenegro, Roselyn

Universidad UMECIT, Panamá
Licenciatura en Sistemas y Programación
roselynmontenegro18@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0003-8805-8775>

Sanjur, Karla

Universidad UMECIT, Panamá
Licenciatura en Sistemas y Programación
darmn72@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0000-2682-011X>

Villamil, Cesar

Universidad UMECIT, Panamá
Licenciatura en Sistemas y Programación
cesaravillamil01@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0003-1029-6781>

Docente Asesor:

Acevedo, Eliana

Universidad UMECIT, Panamá
Asignatura: Metodología de la investigación
eliacvdo4@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0008-8004-6426>

Sede: Panamá

DOI: 10.37594/sc.v1i7.1764

Resumen

La investigación muestra el riesgo que representan las inundaciones en Panamá, afectando numerosas regiones del país y dejando múltiples consecuencias en la población. Se propuso el diseño de una alarma como estrategia para reducir los riesgos de inundación, lo cual traía múltiples beneficios para las comunidades. El propósito fue diseñar un sistema de alarma utilizando tecnología Arduino como medida de prevención de inundaciones para proteger vidas humanas en Panamá. El estudio se llevó a cabo bajo una naturaleza cuantitativa y tipo documental, desarrollada mediante el diseño bibliográfico, con un nivel descriptivo. La población de interés eran las personas panameñas en áreas propensas a inundaciones, tales como: Chiriquí, Bocas del Toro, Ciudad de Panamá, Panamá Oeste y Darién. La conclusión a la que se llegó fue que la capacidad de la tecnología Arduino en proporcionar una solución accesible y efectiva en la prevención de inundaciones, puede contribuir en la reducción del impacto socioeconómico negativo que sufren las zonas más propensas a este

desastre. No obstante, se señalaron limitaciones como la falta de pruebas en entornos y situaciones reales y la carencia de estudios acerca de las circunstancias específicas en las áreas más vulnerables. El estudio demostró que el diseño de un sistema de alarma utilizando tecnología Arduino tiene el potencial de ser una gran herramienta estratégica para la prevención efectiva ante inundaciones. Por esta razón, se recomienda la realización de un estudio de campo para evaluar la efectividad y poder adaptar este sistema a las necesidades de cada comunidad.

Palabras clave: Arduino, inundación, Panamá, sistema de alarma

Protecting Communities: Smart Flood Alarm System Using Arduino Technology

Abstract

The research shows the risk posed by floods in Panama, affecting numerous regions of the country and leaving multiple consequences on the population. The design of an alarm was proposed as a strategy to reduce flood risks, bringing multiple benefits to the communities. The purpose was to design an alarm system using Arduino technology as a flood prevention measure to protect human lives in Panama. The study was carried out under a quantitative and documentary type nature, developed through bibliographic design, with a descriptive level. The population of interest was Panamanian people in areas prone to flooding, such as: Chiriquí, Bocas del Toro, Panama City, West Panama and Darien. The conclusion reached was that the ability of Arduino technology to provide an accessible and effective solution in flood prevention can contribute to the reduction of the negative socioeconomic impact suffered by the areas most prone to this disaster. However, limitations were noted such as the lack of testing in real environments and situations and the lack of studies about the specific circumstances in the most vulnerable areas. The study showed that the design of an alarm system using Arduino technology has the potential to be a great strategic tool for effective flood prevention. For this reason, a field study is recommended to evaluate the effectiveness and to be able to adapt this system to the needs of each community.

Keywords: Alarm system, Arduino, flood, Panamá

1. INTRODUCCIÓN

Justificación

Esta investigación tiene como propósito abordar la problemática de las inundaciones en Panamá, contribuyendo al análisis de la situación que se vive en el país y proponer un sistema de alarma para la detección del aumento del nivel del agua utilizando tecnología Arduino, como alternativa a los complejos y costosos sistemas de alarma ya existentes. Este prototipo ofrece la oportunidad de mejorar la preparación de las comunidades frente a este tipo de evento climático extremo, este

modelo también permitirá que los habitantes estén alertas y tomen medidas preventivas adicionales, como la evacuación del lugar, reduciendo así su impacto.

La tecnología Arduino tiene la ventaja de permitir combinar accesibilidad, tecnología innovadora y adaptabilidad en un solo proyecto, esto, complementándolo con distintas recomendaciones y medidas de prevención existentes, busca el potencial de salvaguardar vidas y reducir el impacto socioeconómico de las inundaciones en Panamá.

Descripción del problema de investigación

Según Zarza *“Una inundación es la ocupación por parte del agua de zonas o regiones que habitualmente se encuentran secas”* [1]. Un ejemplo de estas zonas son calles, casas, escuelas o cualquier tipo de edificación cerrada. También podemos definir inundación como el aumento en los niveles de agua de una zona, que termina por afectar u ocupar determinados espacios que no están preparados para tener esta gran cantidad de agua.

Por otra parte, el *“Arduino es un sistema de procesamiento, un microcontrolador, una placa; también integra un entorno de desarrollo y es una plataforma de hardware open source”* [2, p. 28]. La tecnología Arduino es conocido como un sistema de hardware libre que cualquier usuario puede utilizar para crear un proyecto. Este sistema está conformado por una amplia gama de componentes que se conectan a una placa con diferentes tipos de puertos, cada uno con una función específica, y mediante un software se le asigna las instrucciones a cada uno de los componentes.

En Panamá, las condiciones topográficas y climáticas favorecen la ocurrencia de inundaciones. Según un estudio realizado durante el periodo de 1990 a 2013, en el país se registró un total de 2,717 eventos de origen natural; de los cuales el 57% corresponde a inundaciones, siendo este uno de los desastres naturales más frecuente en el país y con un alto grado de impacto en las poblaciones afectadas [3, p. 6]. Sin embargo, a pesar de ser un fenómeno natural frecuente en Panamá, en la mayor parte del país y zonas propensas no cuentan con algún tipo de sistema inteligente que detecte el aumento del nivel del agua y alerte a los pobladores por el riesgo de una inundación.

En el país, el acontecimiento de este evento natural provoca fuertes afectaciones en las vidas de las personas, dentro de sus principales efectos incluyen la pérdida de vidas, daños a viviendas y otras estructuras y la dificultad en la movilización de ayuda y prestación de tratamiento médico de emergencia [4]. Todos estos factores pueden hacer que las personas vivan con un constante sentimiento de miedo, lo que puede tener repercusiones psicológicas negativas en las personas, sobre todo, cuando por falta de sistemas y medidas de prevención se producen muertes, lesiones

graves o una gran pérdida de bienes personales.

Formulación de la interrogante

Las inundaciones son un fenómeno natural que trae consecuencias devastadoras a las poblaciones afectadas. Esto vuelve indispensable contar con algún sistema que alerte el repentino aumento del nivel del agua y contribuya a mejorar el sentimiento de seguridad en las personas. Dicho esto, surge la siguiente pregunta: ¿De qué manera puede diseñarse un sistema de alarma accesible que detecte el aumento del nivel del agua en épocas lluviosas como medida de prevención ante inundaciones en las poblaciones más vulnerables de Panamá?

Objetivo de la investigación

El objetivo general de la investigación es *“Diseñar un sistema de alarma utilizando tecnología Arduino como medida de prevención de inundaciones para proteger vidas humanas en los sectores más vulnerables de Panamá”*.

Antecedentes investigativos

Al ser las inundaciones uno de los eventos naturales más devastadores, representan una gran amenaza para las comunidades propensas a este tipo de eventos, esto desencadena que a lo largo de los años se hayan desarrollado estudios y sistemas que contribuyan a mitigar su impacto. El Arduino al ser una tecnología innovadora y adaptable se ha utilizado para la implementación de prototipos de alarmas ante inundaciones en diferentes países, lo que facilita adquirir una visión más completa acerca de los retos y beneficios de implementar esta tecnología en Panamá, tomando en cuenta las circunstancias y necesidades particulares del país.

Como un primer antecedente está la tesis titulada *“Prototipo usando tecnología Arduino para la medición de nivel del agua en lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán”*. El objetivo fue proponer un prototipo basado en tecnología Arduino para la medición de nivel de agua en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán. Se utilizó el método de investigación aplicada, y el diseño fue experimental. Para la recolección de datos se utilizaron las técnicas de instrumentos de medición y la recolección de datos. El autor concluyó que los estudios realizados contribuirán a que el campo de operación se extienda por encima de los 4562 metros sobre el nivel del mar, contando con prototipos de bajo costo, de fácil acceso e implantación [5].

La tesis citada demuestra cómo el uso de la tecnología Arduino permitió desarrollar un sistema confiable para la medición del nivel del mar, mostrando una precisión de casi el 96%. A su vez, se pudo evidenciar la robustez del prototipo ante diversas condiciones atmosféricas. La

investigación citada se vincula a la planteada debido a que proporciona información relevante sobre la funcionabilidad y resistencia de los componentes Arduino, permitiendo tener una mejor perspectiva de los desafíos y oportunidades del uso de esta tecnología.

Breve desarrollo teórico y conceptual

Un sistema de alarma desarrollado con la tecnología Arduino es una gran herramienta con el potencial de solucionar la problemática, esto debido a que Arduino posee flexibilidad y versatilidad, por lo que este sistema puede ser diseñado y personalizado para adaptarse a las necesidades y entornos, lo que lo convierte en una opción accesible para la prevención y detección de inundaciones de forma automatizada.

Software y hardware de la tecnología Arduino

Según Peña *“Gracias al software que integra Arduino, es posible establecer las instrucciones y los parámetros para controlar su funcionamiento y, de esta forma, generar nuestros propios proyectos”* [2, p. 33]. Por esto se define al software de Arduino como la interfaz que permite programar el código necesario para controlar el funcionamiento de los sensores que conectan a la placa. Así como su hardware, el software destaca por ser de libre uso, solo se descarga desde la web oficial de Arduino.

El hardware de Arduino incluye un microprocesador que permite la programación de instrucciones; este es un elemento encargado de efectuar los procesos matemáticos y lógicos, así como también de gestionar los componentes externos que conectan a la placa principal, y esta incorpora una serie de entradas analógicas y digitales, a las que podrán conectar distintos sensores y otras placas. Por eso Peña sugiere que *“Todo esto nos permite agregar nuevas funcionalidades sin necesidad de alterar el diseño original de la placa”* [2, p. 29].

Arduino mega. Es una de las placas más populares de Arduino, se fundamenta en una arquitectura AVR, su núcleo es un microcontrolador ATmega2560, trabajando a 16 MHz bajo una alimentación de 5V, este microcontrolador de 8 bits opera con una SRAM de 8 KB, una EEPROM de 4 KB y una memoria flash de 256 KB (con 8 KB asignados para el gestor de arranque) [2]. Esta placa dispone de 54 pines de entrada/salida. Destaca por ser una placa de desarrollo poderosa con una amplia gama de características idóneas para proyectos complejos.

Componentes para el sistema de alarma. Entre los componentes a utilizar en el sistema de alarma con tecnología Arduino incluyen el protoboard, que es una placa utilizada para construir circuitos electrónicos. Además, se empleará un diodo emisor de luz (LED), este tipo de diodo permite el

paso de la electricidad en un solo sentido, cuando pasa la corriente a través de un LED, este se ilumina. Para mostrar un mensaje de alerta, se utilizará una pantalla de cristal líquido, todos estos componentes son de uso libre y programable.

Elementos adicionales. Peña nos explica que cuando “*ya elegimos la placa Arduino, es tiempo de detallar los elementos anexos que se utilizarán*” [2, p. 69], ya que, además de los componentes principales, también se necesitan otros elementos para conectar las piezas y hacerlo funcional. En el caso del presente proyecto, entre las piezas adicionales más esenciales se pueden mencionar son los cables de puente y las resistencias. Los cables de puente son filamentos conductores, que permiten realizar las conexiones adecuadas a través de los conectores terminales. En cuanto a las resistencias, existen diferentes tipos de estas, pero, en este caso se necesita resistencias fijas, estas son aquellas que ya tienen un valor establecido.

Reducción de riesgo de inundaciones

Las inundaciones representan un riesgo que afecta a numerosas regiones del país, dejando múltiples consecuencias sociales y económicas en las poblaciones vulnerables del país [4]. La implementación de estrategias para reducir los riesgos de inundación trae múltiples beneficios para las comunidades, estas medidas no solo permitirán a las personas proteger más eficazmente sus vidas y bienes personales, sino que también contribuirán a preservar la calidad de vida y el sentimiento de seguridad de los habitantes locales y fortalecerán la capacidad de resistencia y respuesta ante este fenómeno atmosférico.

Preparación de las comunidades ante las inundaciones. En áreas donde las inundaciones son más propensas, cómo las provincias de Chiriquí, Bocas del Toro, Ciudad de Panamá, Panamá Oeste y Darién [3], es necesario que las comunidades estén preparadas y tengan un buen mecanismo de respuesta antes, durante y después de una inundación. Al momento de crear planes y estrategias para la reducción de riesgo de inundación, uno de los pilares más fundamentales a tomar en cuenta son los propios locales del lugar, esto, debido a que, aunque se implementen todo tipo de sistemas o estructuras, si estas no se complementan con la capacitación y concientización de las personas en desarrollar habilidades para hacer frente a las amenazas el resultado podría no cumplir con las expectativas.

Fortalecer la apropiación y comprometerse con la capacidad local. Fortalecer la capacidad local implica crear las condiciones adecuadas para evitar riesgos futuros [8, p. 34]. Si en las comunidades panameñas más propensas a inundaciones se implementan sistemas para mejorar su preparación, esta debe verse complementada con la colaboración de las personas, lo cual puede lograrse

involucrando activamente a los locales en el proceso de análisis y toma de decisiones relacionadas con la reducción de riesgos y capacidad de respuesta, creando estrategias como la formación de equipos de ayuda ante emergencias, grupos capacitados en primeros auxilios, participación activa en la educación sobre medidas de prevención y mitigación, entre otros.

Medidas estructurales. Sheila explica que *“Dichas estructuras podrían brindar soluciones a aspectos críticos del problema de las inundaciones si se asocian a otras medidas no estructurales”* [7, p. 16]. Las medidas estructurales son todas aquellas construcciones o técnicas que se aplican en proyectos civiles con el fin de proteger ciertas áreas de las inundaciones. Existen diversas medidas estructurales. Entre las más comunes se incluyen las represas, los diques para evitar inundaciones, los sistemas de drenaje y los refugios en casos de evacuación [8]. Aplicar correctamente estas medidas complementándolo con un sistema de alarma tiene el potencial de traer grandes beneficios que se verán reflejados en la protección de los bienes y seguridad de las personas de las zonas propensas a inundaciones.

Proceso de presentación de los informes de las áreas propensas a inundaciones en Panamá

En Panamá, según el Sistema Nacional de Protección Civil, las inundaciones suelen ocurrir por desbordamiento de ríos, lluvias intensas, deslizamientos de tierra y aumento del nivel del mar en zonas costeras, lo que puede causar daños significativos a las estructuras y la población [3]. Tener diferentes formas de identificar las áreas propensas a inundaciones proporciona una visión más amplia y detallada de la situación, permitiendo una gestión más efectiva y contribuyendo a la protección de las comunidades afectadas.

Revisión de eventos pasados. Se centra en la práctica de examinar y analizar eventos extremos que han ocurrido en el pasado, como inundaciones, para identificar patrones, tendencias y áreas propensas a ciertos tipos de eventos meteorológicos [9]. Según un estudio realizado por el Ministerio de Ambiente, se encontró un patrón en la frecuencia de lugares inundados a lo largo de los años de 1990 al 2020, donde las zonas más propensas son: Chiriquí, Bocas del Toro, Ciudad de Panamá, Panamá Oeste y Darién [3]. Estas áreas han sido identificadas como vulnerables a inundaciones debido a la frecuencia de fuertes lluvias e inundaciones pasadas, que han superado la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los cuerpos de agua en esas regiones.

Estudios de caso e información cartográfica. Este se enfoca en la utilización de casos específicos y datos geospaciales para analizar y comprender las áreas propensas a inundaciones combinado con el uso de mapas y herramientas cartográficas para visualizar y analizar la información geográfica relevante [10]. Según estudios cartográficos realizados en Panamá, se ha identificado

zonas específicas que son más susceptibles a las inundaciones, como lo son los distritos ubicados en las costas del Caribe, sobre todo, Bocas del Toro, a su vez también, el distrito de Panamá. [3].

Uso de herramientas de análisis. Se refiere a la aplicación de software especializado o programas informáticos diseñados para realizar evaluaciones detalladas y complejas en un determinado campo o área de estudio [11]. El software HEC-RAS, ayuda a Panamá en la identificación y evaluación de zonas propensas a inundaciones, lo que a su vez contribuye a la planificación y ejecución de medidas de adaptación al cambio climático y de gestión de riesgos asociados a las inundaciones.

2. METODOLOGÍA

Métodos y/o procedimiento metodológico

La investigación presenta un enfoque cuantitativo y tipo documental. De acuerdo a Gallardo, este enfoque *“usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”* [12, p. 22]. En la investigación este enfoque busca obtener una o más conclusiones a través de la recopilación y análisis de datos relacionados con la variable de investigación. Para el estudio se hace uso de estadísticas sobre las inundaciones y su impacto en Panamá, se recolectan datos secundarios cuantitativos y se analiza los resultados obtenidos por investigaciones similares.

El trabajo es de nivel descriptivo que *“busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”* [12, p. 53]. En el contexto de nuestro estudio, el fenómeno que se somete a análisis es la problemática de las inundaciones en las provincias de Panamá. A través de esta investigación descriptiva, buscamos especificar las propiedades y características de este fenómeno, como la frecuencia y severidad de las inundaciones.

Para el diseño se utilizó el tipo bibliográfico. Esta es aquella donde *“se recurre a la utilización de datos secundarios, es decir, aquellos han sido obtenidos por otros y llegan elaborados y procesados de acuerdo con los fines de quienes inicialmente los elaboran y manejan”* [13, p.109]. Utilizar este diseño para la elaboración de un sistema de alarma ante inundaciones favorece el aprovechamiento del conocimiento existente, lo que permite poder identificar mejores prácticas y garantizar el desarrollo de soluciones efectivas.

La población, *“es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación”* [12, p. 63]. De esta forma, la

población puede explicarse como elementos parecidos de los cuales se puede extraer datos para el estudio. Dicho esto, la población de la presente investigación son todas aquellas provincias de Panamá de áreas propensas a inundaciones, como lo son Chiriquí, Bocas del Toro, Ciudad de Panamá, Panamá Oeste y Darién, específicamente.

En cuanto a las técnicas de recolección de datos, el estudio se sustenta por medio de la técnica de recolección de datos secundarios; este tipo de recolección *“implica la revisión de documentos, registros públicos y archivos físicos o electrónicos”* [14, p. 252]. Para la investigación se priorizó el uso de fuentes confiables y verificadas como el Ministerio de Ambiente, SINAPROC, Ministerio de Economía y Finanzas, entre otros.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación propuesta tiene como principal objetivo el desarrollo de un sistema de alarma ante inundaciones con tecnología Arduino, con el fin de resolver la problemática que se presenta en el país, en zonas como Chiriquí, Bocas del Toro o en corregimientos de la ciudad. Nos basamos en lo que dice Huaman *“el desarrollo de este prototipo con Arduino es una necesidad para los pobladores del rio Seco, que facilitara la comunicación de forma oportuna y sistemática a salvar vidas y reducir daños de los bienes materiales”* [5, p. 70]. Con esto se deduce que un sistema similar con Arduino puede adaptarse a las formas de agua cercanas a la ciudad, como el Rio Juan Diaz, que tiene uno de los mayores índices de inundación de la provincia.

Según datos del Ministerio de Ambiente, las lluvias extremas que se dan en Chiriquí (Tierras Altas), Bocas del Toro, Ciudad de Panamá, Panamá Oeste y Darién, por más de 15 años han sido las zonas más propensas a fuertes lluvias e inundaciones, por lo que *“los daños y perdidas a causas de estos fenómenos pueden generar gastos para el estado de más de B/.125 millones al año y de llevar a situaciones extremas a las personas que viven en estas zonas de riesgo”* [3, pág. 13], es por esto, que implementar sistemas de alarmas ante inundaciones reducirá las perdidas, ya que, como se explicó antes, es un sistema confiable, capaz de detectar el aumento del nivel del agua, y se pueden tomar medidas para evitar inundaciones y sus consecuencias.

Otro datos importantes muestran que entre 2020 y 2024, Panamá ha registrado un aumento del 10-25% en la precipitación anual durante la temporada de lluvias, lo que ha provocado un incremento del 20% en la frecuencia de inundaciones en Chiriquí, afectando a más de 1,500 hogares en Bocas del Toro en 2022. Ciudad de Panamá y Panamá Oeste han visto 10 eventos significativos en 2023, con pérdidas económicas de hasta 20 millones de dólares, mientras que Darién ha enfrentado inundaciones recurrentes que impactan a comunidades indígenas cerca de ríos [15].

En base a lo estudiado para llevar a cabo la investigación es importante la selección equipos y componentes adecuados que sean flexibles para el diseño del prototipo, que conlleve a las simulaciones que se adapten el ambiente que se desea trabajar, gracias a los aportes se logra dar respuesta a la interrogante planteada, ya que Arduino es una herramienta apropiada para diseñar un sistemas de alarma accesible, resistente y confiable, además de ser capaz de detectar el aumento en el nivel del agua en épocas lluviosas, que, junto con otras medidas de prevención, puede ayudar a las poblaciones más vulnerables de Panamá.

4. CONCLUSIONES

En investigaciones previas se observa la precisión y funcionalidad de los componentes del Arduino que han sido fundamentales para la creación de un sistema de alarma, permitiendo una detección temprana y precisa del aumento del nivel del agua. Para el diseño de esta investigación se busca combinar componentes esenciales como la placa Arduino Mega para el procesamiento, la protoboard para la organización de circuitos, el LED como indicador visual, la pantalla LCD para mostrar alertas, cables de puente para conexiones y resistencias para controlar el flujo de corriente. Además, de programar el software de Arduino para supervisar y regular el funcionamiento de los sensores y componentes conectados a la placa. permitiendo la detección precisa y la activación de respuestas automáticas ante el aumento del nivel del agua.

La identificación y combinación de medidas de reducción de riesgos de inundaciones junto con la implementación de un sistema de alarma como estrategia de prevención potencia la efectividad de preparación de las comunidades ante el desastre natural, fortalece la resiliencia comunitaria a largo plazo y logra una mayor mitigación de los impactos negativos que tiene este suceso en las poblaciones panameñas. Algunas buenas prácticas de prevención incluyen la formación de equipos de ayuda ante emergencias, rescate y evacuación, la participación en la concientización y educación sobre las inundaciones, sesiones de capacitación, promoción de la cultura de prevención y la participación comunitaria en la preparación y respuesta ante inundaciones.

Se ha demostrado con el estudio que el diseño de un sistema de alarma ante inundaciones utilizando tecnología Arduino tiene el potencial de ser una gran herramienta estratégica para la prevención efectiva de inundaciones y dar solución a la falta de implementación de herramientas tecnológicas en las zonas más vulnerables en Panamá. Este diseño ofrece una alternativa innovadora y accesible a las tradicionales o inexistentes medidas preventivas en las comunidades proporcionando un avance en la protección y una mejora de preparación y respuesta ante este evento climático.

En futuros estudios e investigaciones similares acerca del diseño de una alarma de inundaciones

con tecnología Arduino, se recomienda analizar las circunstancias de las comunidades vulnerables y adaptar el prototipo de acuerdo a sus requerimientos específicos. Además, es esencial considerar poner a prueba la efectividad del prototipo y realizar pruebas en entornos reales para evaluar su eficacia y a su vez, recopilar comentarios y sugerencias de los usuarios para realizar ajustes. También, es importante establecer un plan de promoción para la conciencia y educación en las comunidades acerca de la preparación ante inundaciones y el uso del sistema de alarma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- I. R. Huaman López, “Desarrollo de un sensor para la alerta temprana del desborde del río seco utilizando Arduino en la ciudad de Huaraz”, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Perú, 2017. Disponible: https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/11964/RIO_SECO_SENSOR_HUAMAN_LOPEZ_IVAN_ROBERT.pdf?sequence=1&isAllowed=y [6]
- Asana, “¿Qué es una revisión después de la acción (AAR)?”, 2024. Disponible: <https://asana.com/es/resources/after-action-review-template>. [Abril. 22, 2024]. [9]
- C. N. Sheila, ALNAP Inundaciones, Instituto de Estudios sobre Conflictos y Acción Humanitaria (IECAH). Madrid: Alce Comunicación, 2010. Disponible: https://iecah.org/wp-content/uploads/2010/12/LIBRO_ALNAP-INUNDACIONES.pdf [7]
- Dirección General del sistema Nacional de Protección Civil, “Guía municipal de gestión de riesgo de desastres en Panamá”, 2023. Disponible: <https://www.sinaproc.gob.pa/wp-content/uploads/2020/05/Guia-Municipal-Panam%C3%A1.pdf> [Abril. 07, 2024]. [8]
- E. E. Gallardo Echenique, Metodología de la Investigación. Huancayo Perú: Univ. Cont., 2017. [Abril 22, 2024]. Disponible: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf [12]
- Grctools, “Herramientas de análisis en el marco de la implementación de proyectos”, Junio, 2017. Available: <https://grctools.software/2017/06/20/herramientas-analisis-implementacion-proyecto/text=tomadecisiones>. [Abril. 22, 2024]. [11]
- L. Zarza. “¿Qué es una inundación?” iAgua. [abril 22, 2024]. Disponible: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-inundacion> [1]
- M. Tamayo, El proceso de la investigación científica, 4a ed. Limusa, 2001. Accedido el 22 de abril de 2024. Disponible: <https://books.google.es/books?hlgoogle-academic=proceso+de+la+investigacion+cientifica> [13]
- Mailchimp, “Qué es un estudio de caso y por qué deberías utilizarlo”, Mayo, 2023. Available: <https://mailchimp.com/es/resources/what-is-a-case-study/#:~:text=Un%estudio%decaso>. [Abril. 22, 2024]. [10]
- Ministerio de Ambiente, Republica de Panama, “Diagnóstico de áreas propensas a

- inundaciones en panamá”, 2022. Disponible: <https://climateactiontransparency.org/resources/panama-diagnosis-of-flood-prone-areas-in-panama/> [Abril. 07, 2024]. [3]
- Ministerio de Economías y Finanzas, Republica de Panama, “Inventario de las Incidencias de los Desastres”, 2023. Disponible: <https://www.mef.gob.pa/wp-content//2023/06/Inventario-de-los-Desastres-2023.pdf> [Abril. 07, 2024]. [4]
 - P. M. Claudio. Arduino. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: 6ta. Ed. 2017. Disponible: <https://es.scribd.com/document/454229487/Arduino-de-cero-a-experto-pdf> [2]
 - R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, Metodología de la Investigación, 6a ed. 2014. Accedido el 22 de abril de 2024. Disponible: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/Hernandez,FernandezyBaptista-MetodologíaInvestigacionpdf> [14]
 - UNDP, “Panama: UNDP Climate Change Adaptation,” [adaptation-undp.org](https://www.adaptation-undp.org/explore/latin-america-and-caribbean/panama), 2024. Disponible: <https://www.adaptation-undp.org/explore/latin-america-and-caribbean/panama> [15]
 - W. U. Depaz Sandom, “Prototipo usando tecnología Arduino para medición de nivel de agua en lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán”, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz-Perú, 2018. Disponible: <https://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3361> [5]