

**BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY
BICU**



ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

INGENIERÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

**Proyecto para optar al título de
Ingeniero en Sistemas de Información**

Dispositivo de alerta temprana ante inundaciones en la ciudad de El Rama /
Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS).

Autor:

Lic. Nesler Rafel Ruiz Castillo

Tutor:

Ing. Sarián Josué Zúniga Gutiérrez

El Rama, Región Autónoma Costa Caribe Sur, Nicaragua
Enero, 2025

“La educación es la mejor opción para el desarrollo de los pueblos”

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	7
II.	8
III.	9
IV.	10
V.	11
5.1.	11
5.1.2.	11
5.1.3.	11
5.1.4.	11
5.1.5.	11
5.1.6.	12
5.1.7.	12
5.1.8.	12
5.1.9.	12
5.2.	13
5.2.2.	13
5.2.3.	14
5.2.4.	16
5.2.5.	17
5.2.6.	19
5.3.	22
VI.	23
6.1.	23
6.2.	24
6.2.1.	24
6.2.2.	24
VII.	26
7.1.	26
7.2.	31
VIII.	32
8.1.	32

8.2.	33
IX.	33
X.	34
10.1.	34
10.2.	35
XI.	36
XII.	37

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 : GLT500 Sensor de nivel.....	18
Figura 2: CWT5111 Data Logger GPRS RTU.....	18
Figura 3: Adquisición y supervisión.....	20
Figura 4: Base de datos historia actualizada.....	20
Figura 5: Wizcon 8.3.....	21
Figura 6: Tratamiento tiempo diferido.....	22
Figura 7: Diagrama de flujo de toma de decisiones.....	29
Figura 8: Diagrama de secuencia lógica de funciones del dispositivo.....	30
Figura 9: Diagrama de uso de interacciones entre usuario y sistema de monitoreo.....	31
Figura 10: Sistema de alerta temprana.....	37
Figura 11: Arduino Uno R3.....	38
Figura 12: Placa de pruebas (Protoboard).....	38
Figura 13: Sensores ultrasónicos.....	39
Figura 14: Diodos emisor de luz (LED).....	39
Figura 15: Cables Dupont o cables puentes.....	40
Figura 16: Piezo o zumbador eléctrico.....	40
Figura 17: Resistencia.....	40
Figura 18: Componentes esenciales de la placa de Arduino Uno R3.....	41
Figura 19: Conexión de los polos negativos y positivos.....	42
Figura 20; Inserción de LED y resistencias en la placa de pruebas.....	43
Figura 21: Conexión de puerto análogos y digitales.....	44
Figura 22: Unión de los sensores ultrasónicos a la placa de prueba.....	45
Figura 23: Descargar del software de Arduino.....	46
Figura 24: Selección del sistema operativo de la computadora.....	47
Figura 25: Descarga de Arduino.....	47
Figura 26: Pantalla de símbolo de sistema para escribir código de Arduino.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables a medir.....	19
Tabla 2: Operacionalización de la variable.....	25

Tabla 3: Componentes eléctricos del dispositivo.....	26
Tabla 4: Requerimientos funcionales y no funcionales	28
Tabla 5: Presupuesto de materiales a utilizar.....	34
Tabla 6: Cronograma de actividades.....	35

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar un dispositivo de alerta temprana ante inundaciones que mejore la respuesta y prevención frente a estos desastres naturales. Este sistema

busca anticipar eventos de inundaciones mediante la identificación de componentes eléctricos clave, el análisis de requisitos esenciales y el diseño de un modelo funcional. El manejo de este dispositivo tiene como propósito proporcionar tiempo suficiente para la evacuación y la adopción de medidas preventivas. Se realizó una investigación exhaustiva para seleccionar sensores, microcontroladores y módulos de comunicación, entre otros componentes del dispositivo. El estudio demostró caracterizar y especificar técnicas, como la precisión de los sensores ultrasónicos y la confiabilidad del sistema. A partir de estos análisis, logro un diseño funcional que integra de manera eficiente todos los elementos que los componen, asegurando un dispositivo robusto y adecuado para su uso. La metodología empleada fue Extreme Programming (XP), que fomenta la adaptabilidad y la iteración constante en el desarrollo de software y hardware. Esta metodología garantiza una alta calidad mediante ciclos iterativos que incorpora principios de programación ágil y pruebas digitales. El enfoque XP permitió responder de manera eficiente a los restos del diseño y asegurarse de que el dispositivo cumpla con los estándares de confiabilidad y precisión. El resultado de todos estos componentes es una herramienta accesible y escalable, diseñada específicamente para mitigar riesgos en comunidades expuestas a inundaciones. Este subraya la importancia de integrar la tecnología para la prevención, esperando contribuir significativamente a la gestión de riesgos, proporcionando una nueva forma de luchas con los efectos adversos de una inundación.

ABSTRACT

The objective of this project is to develop an early warning device for floods that improves the response and prevention of these natural disasters. This system seeks to anticipate flood events by

identifying key electrical components, analyzing essential requirements, and designing a functional model. The purpose of this device is to provide sufficient time for evacuation and the adoption of preventive measures. An exhaustive investigation was carried out to select sensors, microcontrollers, and communication modules, among other components of the device. The study demonstrated the characterization and specification of techniques, such as the precision of the ultrasonic sensors and the reliability of the system. From these analyses, a functional design was achieved that efficiently integrates all the elements that compose them, ensuring a robust device suitable for use. The methodology used was Extreme Programming (XP), which encourages adaptability and constant iteration in the development of software and hardware. This methodology guarantees high quality through iterative cycles that incorporate agile programming principles and digital testing. The XP approach allowed to efficiently address design issues and ensure that the device meets reliability and accuracy standards. The result of all these components is an accessible and scalable tool, specifically designed to mitigate risks in flood-prone communities. This underlines the importance of integrating technology for prevention, hoping to significantly contribute to risk management, providing a new way of dealing with the adverse effects of a flood.

I. INTRODUCCIÓN

El municipio de El Rama fue uno de los más afectados por la tormenta tropical Julia, debido a su ubicación rodeada de ríos y zonas propensas a inundaciones. Muchas viviendas situadas a orillas del río y cerca de alcantarillas quedaron anegadas, ya que el agua se introdujo rápidamente,

llegando incluso a alcanzar los techos. Esta situación obligo a remplazar el uso de vehículos por pequeños botes como medio de transporte en las calles inundadas. Además, el sistema eléctrico fue interrumpido, dejando a toda la población sin comunicación ni suministro de energía. Es importante mencionar que esta fue una de las más severas desde la ocurrida durante el huracán Juana en 1988 (Divergentes, 2022).

Este proyecto se centro en el desarrollo de un dispositivo de alerta temprana ante inundaciones para el municipio de El Rama / Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS). Basándose en los eventos registrados a lo largo de los años y en la actualidad, este dispositivo busca convertirse en una herramienta adicional para mejorar la capacidad de reacción frente a una inundación. Diseñado para operar de forma automática, representado un avance significativo con respecto a la infraestructura actual, que se limita a una estructura metálica con marcas que indica el nivel de elevación del agua en metros. Este nuevo sistema ofrecerá apoyo directo al personal encargado de la mitigación y prevención de desastres, optimizando su capacidad de respuesta ante estos eventos y reducir los riesgos asociados.

En este proyecto se utilizó una metodología Extreme Programming (XP), ya que las metodologías ágiles son flexibles, pueden ser modificadas para que se ajusten a la realidad de cada equipo y proyecto; son altamente colaborativas y se adaptan mejor a los cambios (Fotariya & Mandge, 2022).

II. JUSTIFICACIÓN

El proyecto se realiza con la finalidad de ayudar a que las personas se encuentren informadas de cómo se encuentra el caudal de los ríos, así mismo sabrán si el agua está entrando por las alcantarillas ya que estas se encuentran conectadas a los ríos que rodean ciudad de El Rama,

mediante esta información se puedan evaluar si es recomendable ir preparándose para una evacuación antes de que los niveles de agua comiencen a estar en un estado crítico.

Por esta razón, el proyecto se centró en el desarrollo de un prototipo de alerta temprana ante inundaciones, con el objetivo de prever el aumento del caudal del río en la ciudad de El Rama/ Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS), proporcionando una herramienta innovadora al SINAPRED (Sistema Nacional para la Mitigación y Atención de Desastres), optimizando y modernizando los métodos actuales de medición y monitoreo para fortalecer la prevención y respuesta ante emergencias.

Los beneficiarios directos son la población que habita en zonas de riesgo y peligro ante el desbordamiento de los niveles de agua y de manera indirecta, se beneficia el SINAPRED (Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres) responsable de coordinar acciones para prevenir, mitigar y responder ante desastres.

La factibilidad de este radica en la disponibilidad de tecnologías accesibles y confiables, como sensores ultrasónicos y microcontroladores. Estos componentes combinados con la metodología Programming (XP), garantizando un diseño funcional. En términos de innovación, destaca su capacidad de operar de forma automática y en tiempo real, proporcionando alertas precisas que superan las limitaciones de métodos tradicionales.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las inundaciones dejan pérdidas materiales y de vidas para las familias que no se prepararon con anticipación antes de estas y no acatan instrucciones al momento de una evacuación, tomando en cuenta el objetivo de identificar los componentes electrónicos para el desarrollo del dispositivo de alerta temprana, determinar los requerimientos necesarios para el desarrollo del dispositivo de alerta

temprana y diseñar el dispositivo de alerta temprana ante inundaciones, se pretende desarrollar un dispositivo de alerta temprana ante inundaciones.

La manera de medir el nivel del río, consiste en una barra de hierro en la cual se tiene marcados centímetros, se puede asumir que tiene la misma función de una regla para ver el crecimiento del volumen del agua, lo cual se ha venido usando desde hace mucho. Esta forma de medición no es tan precisa, ya que solo si una persona va al lugar donde se encuentra este dispositivo se puede dar cuenta de cómo está el nivel del río de otra manera no se puede saber con exactitud.

La implementación de un dispositivo que alerte con una sirena en qué nivel de peligro se encuentre el crecimiento de las masas de agua, en alertas reales, que se van encendiendo según el grado que tenga el agua, teniendo como un grado máximo una señal que alertará que hay que movilizar con antelación a las personas más vulnerables.

Este proyecto se planteó la creación de un dispositivo que permita la vigilancia continua y precisa del movimiento que pueden tener el desplazamiento de las masas de agua, logrando la integración de una nueva herramienta para vigilar el desborde del caudal del río o zonas que se puede inundar con fuertes lluvias.

IV. OBJETIVOS

Objetivo general

Desarrollar un dispositivo de alerta temprana ante inundaciones en la ciudad de El Rama.

Objetivos específicos

1. Identificar los componentes electrónicos para el desarrollo del dispositivo de alerta temprana.
2. Determinar los requerimientos necesarios para el desarrollo del dispositivo de alerta temprana.
3. Diseñar el dispositivo de alerta temprana ante inundaciones.

V. ESTADO DEL ARTE

5.1. Conceptos introductorios

5.1.2. Arduino

“Es una placa de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines hembras, los que permiten

establecer conexiones entre microcontroladores y diferentes sensores, así mismo adecuarlos a las necesidades (León & Molano, 2019, p.9)”.

5.1.3. Placa Arduino Uno R3

Es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines hembra, los que permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla. A través de los sensores se leen datos suministrados por diferentes fuentes y se convierten en una salida de información con características personalizables. Para ello se utiliza el lenguaje de programación Arduino y su entorno de desarrollo integrado (IDE).(León & Molano, 2019)

5.1.4. Sensores

“Un sensor es catalogado como un sistema eléctrico con el cual se puede recolectar una gran cantidad de datos. Sirve para registrar variables físicas y transformarlas en una señal eléctrica que se procesa en un sistema que entrega información, cada sensor tiene sus características correspondientes, las cuales hacen que los datos obtenidos varíen de acuerdo con su configuración (Leon & Molano, 2019, p.9.)”.

5.1.5. Sensor ultrasónico de distancia

“Es un sensor de distancia que utiliza ultrasonido (sonar) para determinar la distancia de un objeto, genera unas ondas ultrasónicas que colisionaran con el cuerpo rebotando, es el principal objetivo ya que suministra información de lo cerca o largo que esta una cosa (León & Molano, 2019, p.9)”.

5.1.6. Piezo o sirena

“Es un dispositivo que es capaz de enviar avisos a través del sonido. Unidad sonora, esta es capaz de controlar el sonido en dependencia de la distancia que se encuentre el objeto,

se utilizara en combinación con los otros sensores con el fin de controlarlos de forma interactiva (Hernandez, n.d. p.15)”.

5.1.7. Placa de pruebas Protoboard

“La placa de prototipos, también conocida como protoboard, breadboard o plugboard es una placa de plástico con orificios, cada uno de los cuales tiene un contacto de resorte y una distancia de 2’54[mm] entre sí. Se utiliza como una placa de pruebas sin soldadura en la cual se pueden insertar componentes y extremos de cables, para simular un circuito impreso (Martínez Fuentes, 2016)”.

5.1.8. LED

“Componente que permite el paso de la electricidad en un solo sentido, tiene dos filamentos unidos a una cabeza de color, por lo genera el ánodo que se conecta a la corriente es el filamento más grande, mientras que el cátodo posee una extensión menor, en otras palabras, es aquel que emite luz cuando esta polarizado directamente Peña Milahual Claudio Alejandro (2017)”.

5.1.9. Resistencias

Es un componente capaz de oponerse al paso de corriente, por lo tanto, entrega un cambio en la tensión y en la corriente Peña Milahual Claudio Alejandro(2017).

5.2. Análisis de estudios

5.2.2. Prototipo de un sistema de alerta temprana con monitoreo ante inundaciones en la ciudad del rio chone.

Según Reyes & Velásquez (2020) el proyecto consiste en el desarrollo de un prototipo de sistema de alerta temprana para inundaciones en la cuenca del rio Chone, con la finalidad de reducir el rango de perdidas, las cuales son producidas por las inesperadas inundaciones, produciendo daños

a propiedades y vidas que se encuentran cerca de este. Lo cual da la necesidad del inicio de este proyecto como tal, desarrollándolo por medio de placas de Arduino y sensores en conjunto.

La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto fue la metodología cuantitativa, ya que manifiesta que se usan la recolección de datos probar hipótesis, con base a la medida numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

Se llevo a cabo la metodología de desarrollo Project Management Institute (PMI) que aporta múltiples ventajas garantizando el enfoque y alineamientos inherentes al proyecto y se divide en 5 fases: Inicio, planificación, ejecución, control y cierre.

Fase de inicio: Esta es la fase más fundamental, porque se define el alcance del proyecto tanto en recursos investigativos y costo económico, es decir establecer los parámetros que involucra para la ejecución del proyecto.

Fase de planificación: En esta etapa se lleva a cabo el desarrollo y análisis para distribuir las tareas que se deben ejecutar en un lapso de tiempo, básicamente se determinan los recursos necesarios para dicha fase

Fase de ejecución: Según el cronograma establecido, se lleva a cabo cada una de las tareas asignadas en cada una de las fases para el desarrollo posterior del proyecto.

Fase de control: En esta fase se realizan las pruebas necesarias para monitorizar el correcto funcionamiento del prototipo y excluir cualquier tipo de error.

Fase de cierre: El proyecto se cierra formalmente, asegurando que los objetivos definidos en cada una de las fases se hayan cumplido correctamente en el tiempo previsto.

Para el desarrollo del proyecto se utilizaron las siguientes tecnologías:

- **Arduino:** Plataforma completa, integrada, flexible, brinda muchas adaptabilidades a diversas plataformas, es una plataforma de hardware libre integrada por diversos microcontroladores permite adaptar múltiples disciplinas.
- **Shield ethernet:** Este módulo permite integrar a las diversas placas de Arduino no por conexión de cables extras sino por sus pines.
- **Sensores:** Dispositivos con la capacidad de detectar acciones o estímulos externos y toma de acción en consecuencia.
- **Lenguaje PHP:** Código abierto que hoy en día se ha hecho muy popular y que es muy adecuado para desarrollar web, dentro de este contiene lenguaje HTML.
- **Panel Solar:** Equipo que se conecta directamente al Arduino como un cargador de celular.

5.2.3. Sistema de alerta temprana para la reducción de riesgos de inundaciones, utilizando tecnología Arduino y comunicación con redes de datos para el área de la cuenca media del río lempa.

El desarrollo del proyecto de Celestino Hernández, n.d. pretendió diseñar un prototipo de sistema de alerta temprana para la reducción de riesgos de inundaciones, desde un primer análisis del estado actual, especificación y diseño, hasta llegar a la implementación, esto permitirá que se tenga acceso a una estación que indique constantemente el nivel del río por medio de una interfaz simple y amigable. Tomando en cuenta esto el producto final es un sistema de seguridad que permite producir una alerta.

Los equipos utilizados para el desarrollo de este constan de una laptop que permite la programación del sistema y carga del mismo a la tarjeta de Arduino; tarjeta de Arduino UNO R3; tarjeta GSM SIM900 para la comunicación mediante mensajes de texto a un dispositivo móvil.

Arduino UNO R3: Es la placa estándar y posiblemente las más conocidas y documentada. Conexión mediante un USB HID propio, compatible con los modelos Duemilanove y Diecimila, viene con un Atmega328 con 32Kbytes de ROM para el programa.

Shield GSM/GPRS SIM900: Proporciona una manera de utilizar la red de telefonía celular GSM para recibir datos desde una ubicación remota, ofrece servicios de señales de audio. Es compatible con todas las placas que tienen el mismo factor de forma (y pinout) como una placa de Arduino estándar.

Módulos Rele: Funciona como un interruptor eléctrico en que, por medio de una bobina y un electroimán se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otro circuito eléctrico.

Sirena: Unidad sonora capaz de controlar el sonido. Se utiliza en combinación con la placa de Arduino y sensores logrando el control interactivo entre estos elementos.

Sensor de Ultrasonido JSM-SR04T: Es un dispositivo que mide la distancia a través de un sonar para determinar lo cerca o largo que está un objeto. Destacado por su pequeño tamaño, bajo consumo energético, buena precisión y especialmente por su resistencia al agua.

5.2.4. Prototipo de alerta temprana de inundaciones sobre la quebrada pubus

El prototipo de León & Molano (2019) alerta temprana de inundaciones se basó en el desarrollo de una plataforma web y un subsistema de adquisición de datos, el cual se compone por una placa Arduino y sensores para determinar el caudal y la altura, conformando así el prototipo.

Este integra tecnologías de bajo costo y libres, que sean fácilmente usables para la población y que automáticamente envíen las alertas pertinentes, asociado a la recopilación de datos tomados por sensores situados en puntos estratégicos.

La metodología utilizada para el desarrollo de FLOODALERT es HUMAN CENTERED DESIGN (HCD), metodología cuyo enfoque es la empatía con el usuario, en este caso con la comunidad del asentamiento La Fortaleza.

Para el desarrollo del prototipo se pensó en usar las tecnologías:

- **Sensor:** Un sensor es catalogado como un sistema eléctrico con el cual se puede recolectar una gran cantidad de datos. Sirve para registrar variables físicas y transformarlas en una señal eléctrica que se procesa en un sistema que entrega información, cada sensor tiene sus características correspondientes, las cuales hacen que los datos obtenidos varíen de acuerdo con su configuración.
- **Arduino:** una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines hembra, los que permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla.
- **Modulo ESP32:** Modulo muy potente que integra Bluetooth y Wi-Fi, ideal para desarrollar bajo IoT, dado que permite el desarrollo de diferentes aplicaciones, utilizando diversos componentes compatibles con el mismo.
- **Sensor Caudalímetro:** Un sensor de flujo o caudalímetro es un instrumento para la medición de caudal o gasto volumétrico de un fluido.
- **Sensor de ultrasonido:** El sensor HC-SR04, genera unas ondas ultrasónicas que al colisionar con un objeto rebotan, así al registrar las ondas de dicho rebote calcula

distancias, que es el principal objetivo de FloodAlert porque suministra información cuando se generan cambios del nivel del agua en el afluente.

León & Molano (2019) concluyen que al usar el prototipo es un gran inicio para generar diferentes soluciones, así mismo este no solo se podrá usar para la zona que fue creado si no para diferentes localidades que se encuentren en lugares vulnerables y tenga la misma problemática. Fue de gran ayuda puesto que permite potencializar el desarrollo y realizar constantes validaciones del riesgo de los habitantes como tal.

5.2.5. DESARROLLO DE UN SISTEMA INTEGRAL PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA Y ANUNCIO DE RIESGOS DE INUNDACIONES

Osorio Gómez Fermín (2019) en su artículo presenta una investigación aplicada multidisciplinaria ejecutada por la escuela de ingeniería en computación, eléctrica y civil de ITCA-FEPADE. Se indaga sobre tecnología emergentes en el desarrollo de un sistema digital utilizado como herramienta para la detección y el anuncio oportuno de riesgos de inundaciones.

Este sistema trabaja de forma independiente, tanto en la autogestión de energía para su funcionamiento, como en la generación de datos y alertas para su operación; Es un sistema integral que permite a las entidades de protección civil y alcaldía municipal, detectar en tiempo real los riesgos de crecidas de ríos.

El proyecto desarrollado permitió, la creación de un sistema digital que trabaja de forma autónoma. La actividad involucro un sensor de nivel y una estación remota tipo CWT5111 GPRS RTU. Para la autonomía energética se decidió usar la energía solar-fotovoltaica, la combinación de estas tecnologías permitido construir el sistema deseado.

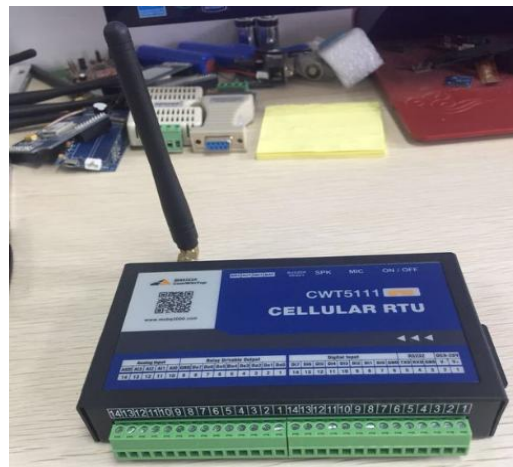
En la búsqueda de sensores resistentes a diferentes cambios de clima se optó utilizar GLT500 el cual es un pequeño sensor de nivel de agua que tiene la estructura y aplicaciones especiales con alta precisión, estabilidad, resistencia a la abrasión, al ácido y al álcali. Este dispositivo es fabricado en acero inoxidable, tiene una extensión o zona flexible sumergible, a prueba de explosiones.

Figura 1 : GLT500 Sensor de nivel



Nota: La figura representa un sensor de nivel de agua, que es apto para estar en zonas al aire libre, Este dispositivo es fabricado en acero inoxidable, tiene una extensión o sonda flexible sumergible, a prueba de explosión (Gómez Fermín, 2019).

Figura 2: CWT5111 Data Logger GPRS RTU



Nota: La figura representa una estación remota que monitorea el estado de funcionamiento y los datos del sistema industrial en tiempo real, así como también construye el dispositivo remoto a una computadora central patentada y teléfonos móviles a través de la red de comunicación GSM/GPRS/3G/4G/Wi-Fi/Ethernet (Gómez Fermín, 2019).

Para lograr la autonomía en el suministro de energía al sistema se optó por un kit compuesto de un panel solar, una batería de almacenamiento de carga ciclo profundo, un inversor y un controlador de carga.

5.2.6. Sistema automatizado de alerta temprana ante el peligro de inundaciones

Según Maray & Modesto (2013) en su artículo presenta el sistema automatizado de alerta temprana ante el peligro de inundaciones, se considera en un esquema flexible de adquisición y monitoreo de la información a captar mediante equipamiento e instrucciones de campo, que permite el estudio y análisis de casa una de las variables de interés de la automatización.

Las variables a medir en el sistema de alerta temprana son:

Tabla 1: Variables a medir

Dato	Vía de entrada	Frecuencia
Lamina de lluvia (mm)	SCADA/Registrado	5 min, 20 min, 1h, 1 día
Nivel (cota del agua) (cm)	SCADA/Registrado	15 min
Escurrencimiento (m ³ /s)	SCADA/Registrado	1 hora, 1 día o en evento
Intensidad de la lluvia (mm/h)	SCADA/Registrado	15 min

Una vez establecida la frecuencia del muestreo de cada variable, la siguiente decisión a tomar es el modo o momento en que su información es recibida en la sala de despacho y registrada en la base de datos.

Estructura del sistema automatizado de alerta temprana

Modelos de Simulación: En el caso particular de las inundaciones el sistema interactúa con dos modelos principales: el HEC-HMS (USACE 2001) y el HEC-RAS encargados del procesamiento hidrológico e hidráulico de la cuenca respectivamente.

Sistema de Información Geográfica: El sistema cuenta con un Sistema de Información Geográfica (SIG) personalizado para cada región de trabajo. Esta es una de las herramientas principales pues es responsable de almacenar y administrar la información de índole geográfica que se manejará.

Adquisición y supervisión de datos en tiempo real y diferido: La adquisición y supervisión de los datos en tiempo real se hacen a través de un sistema SCADA. En el caso de la información en tiempo diferido se puede introducir manualmente o utilizando registradores de variables.

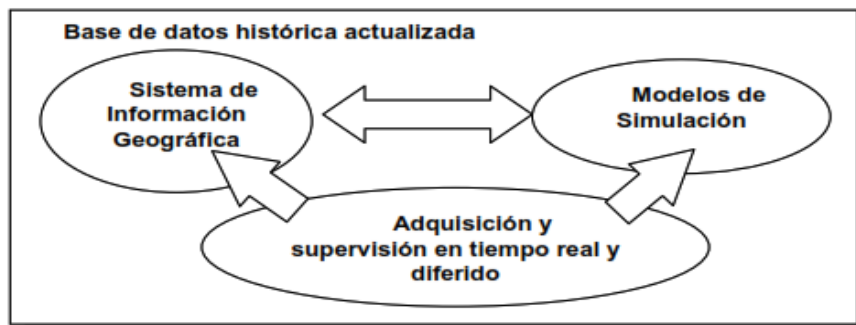
Figura 3: Adquisición y supervisión



Nota: Esta imagen representa los componentes principales para que la herramienta de alerta temprana funcione. (Garrido et al., 2013)

Base de datos histórica actualizada: Es el componente central del sistema, pues constituye la base de información necesaria para el funcionamiento de los elementos que lo componen, jugando así un papel fundamental como elemento integrador.

Figura 4: Base de datos historia actualizada



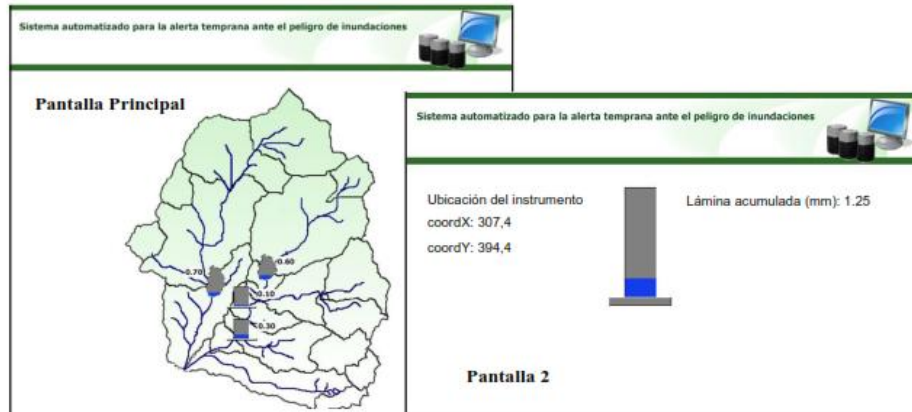
Nota: Esta imagen representa los componentes centrales del sistema, ya que estos constituyen la base de información para el funcionamiento de los elementos que lo componen. (Garrido et al., 2013)

Tiempo real

El modo de actualización en tiempo real (TR), se adopta para aquellas variables en las que se puede aceptar que no media tiempo entre el momento de su lectura y el momento de su registro en el sistema. Generalmente estas variables están asociadas a estaciones de autómatas, con conexión en línea al sistema de comunicación, que integra el sistema SCADA.

La herramienta seleccionada para implementar el sistema SCADA es el Wizcon 8.3

Figura 5: Wizcon 8.3

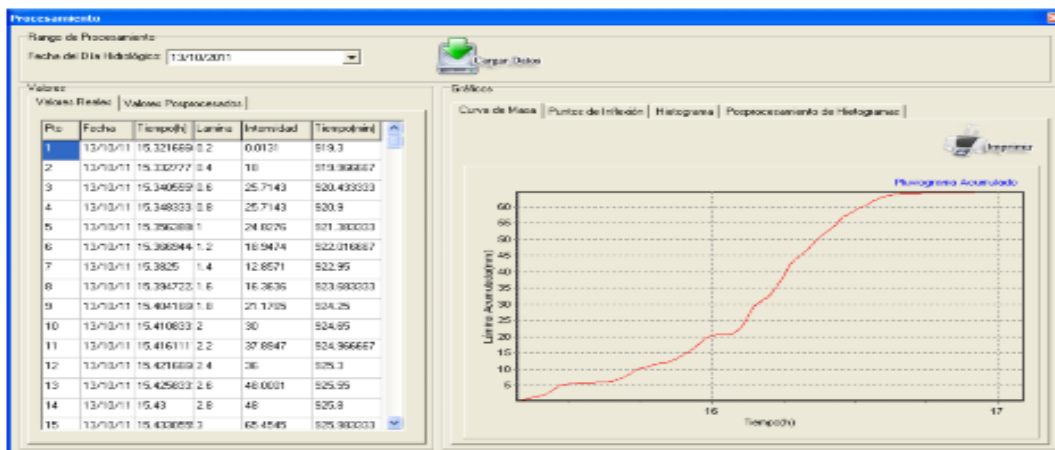


Nota: La presente imagen representa las pantallas de control, la primera donde se muestra el funcionamiento normal y la otra donde se detalla el instrumento de campo que se seleccione y se visualizan sus propiedades. (Garrido et al., 2013)

Tiempo diferido

La tecnología para el tratamiento del dato en tiempo diferido (TD) consta de tres elementos fundamentales: el equipo para el registro de las variables, la memoria de registro y el programa de aplicación para la interpretación y preprocesamiento de la información contenida en la memoria de registro.

Figura 6: Tratamiento tiempo diferido



Nota: Esta imagen expresa el procesamiento de los datos de lluvia en la versión 1.0 se centra en obtener a partir de los datos de lluvia caída en una fecha determinada los siguientes resultados: gráfico de la curva de masa, puntos de inflexión, gráfico del hietograma y el gráfico del hietograma posprocesado. (Garrido et al., 2013)

5.3. Reflexión final

En base a los estudios analizados se concluye que las metodologías ágiles son muy útiles para el desarrollo de este tipo de proyectos e implementado la tecnología mejora significativamente la toma de decisiones al momento de ayudar en la medición o alerta de una posible inundación; entre otras características destacadas tenemos la flexibilidad y la capacidad que tiene estas para adaptarse a los cambios. En los estudios revisados se muestran dispositivos similares, solo que los componentes utilizados varían entre sí y la ubicación donde se puede aplicar estos. Lo que tiene en común y está presente en todos es el uso de las placadas y los diferentes sensores de Arduino, por lo cual se decide utilizar los sensores ultrasónicos los cuales permitirán saber la distancia que se tiene entre las masas de agua y los niveles normales que se deben de tener, resistencias las cuales permitir detener una sobre exposición a voltajes elevados y LED que actúan como alerta ante un desastre natural.

VI. METODOLOGÍA

6.1. Metodología de desarrollo

En este proyecto se utilizó la metodología Extreme Programming (XP), ya que las metodologías ágiles son flexibles, pueden ser modificadas para que se ajusten a la realidad de cada equipo y

proyecto; son altamente colaborativas y se adaptan mejor a los cambios. (Fotariya & Mandge, 2022).

Se consideraron diversas características clave para facilitar el desarrollo del proyecto. Entre las metodologías ágiles disponibles, se selecciona Extreme Programming (XP) debido a su enfoque flexible que permite modificar y ajustar los pasos a lo largo del tiempo. Aunque comparte similitudes con la metodología en cascada, XP se distingue por su estructura iterativa y su base en cinco valores fundamentales: Simplicidad, Comunicación, Retroalimentación, Respeto y Coraje. Una de las herramientas clave en XP es el Product Backlog, que consiste en una lista ordenada de requerimientos según su valor, riesgo, prioridad y necesidad. Esta lista es dinámica y evoluciona continuamente, adaptándose a los cambios y centrándose en la prioridad del sistema (Fotariya & Mandge, 2022). Esto viene de la mano del proyecto que se desea realizar ya que se toma como un prototipo y se harán mejoras según las necesidades que se tiene en el terreno.

Pasos a seguir para el desarrollo del prototipo:

1. Planificar: En esta fase se define y organiza la obtención de los diferentes estudios que fundamentaron el prototipo, así mismo se ve el objetivo general y los específicos que le dan salida al desarrollo del dispositivo en la parte textual, tomando los componentes de los diferentes estudios y ver cuáles serán los que funcionarán para este proyecto.
2. Gestionar: En esta fase se ve los diferentes involucrados y quienes se encargan en específico, tanto en el diseño como en la parte de codificación y manipulación del código que se va utilizar para que este dispositivo funcione.
3. Diseñar: En esta fase ya entra la parte de la selección de componentes a utilizarse para la creación del prototipo, tanto de los materiales como de los diferentes sensores, así mismo comenzar a unir estas partes para hacer uno solo y dar la forma final en cómo se verá este.
4. Codificación: En esta fase ya se comienza a la creación del código, con la finalidad de darle la función requeridas al prototipo.

6.2. Diseño metodológico

6.2.1. Área de localización del estudio

El presente estudio se desarrolló en ciudad de El Rama, Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS) Nicaragua.

6.2.2. Tipo de investigación

El presente estudio cumple con las condiciones de una investigación aplicada, en razón, que la finalidad es de implementar conocimientos de las ciencias en el desarrollo de un dispositivo, con la finalidad de prevenir pérdidas humanas al momento de una inundación.

- **Profundidad del estudio**

Es un estudio con una profundidad descriptiva, se identifican los componentes, requerimientos y diseño que se requieren para el desarrollo del prototipo.

- **Enfoque de estudio**

Con enfoque cuantitativo y cualitativo, ya que explica la forma de mitigación de un desastre antes de tiempo, manda una alerta con la finalidad de prevenir el riesgo de una inundación en la zona en que exista el riesgo de este desastre natural.

- **Población y muestra**

La población está compuesta por 26,375 personas en situación de riesgo en la ciudad de El Rama, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS), Nicaragua. La muestra seleccionada corresponde a una persona que ocupa el cargo de Responsable de UNGIR, y el tipo de muestreo utilizado es no probabilístico por conveniencia.

- Operacionalización de la variable

Tabla 2: Operacionalización de la variable

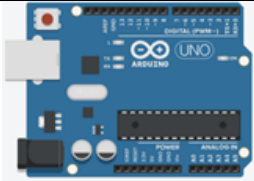
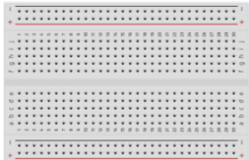
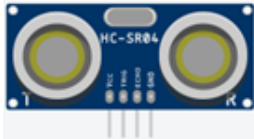
Objetivos específicos	Variable	Definición	Indicador
1. Identificar los componentes electrónicos para el prototipo.	Componente	Aquello que forma parte de la composición de un todo. Se trata de elementos que, a través de algún tipo de asociación dan lugar a un conjunto uniforme.	Número de componentes que se utilizaran.
2. Determinar los requerimientos del prototipo.	Requerimiento	Captar y procesar datos para saber los materiales y dispositivos que se usaran.	Documentación sobre el desarrollo de dispositivos similares.
3. Diseñar el prototipo del dispositivo de alerta temprana ante inundaciones.	Diseño	Se trata de la creación y proyección de objetos gráficos: ilustraciones, composiciones, logotipos, imágenes, tipografías, etc., con el fin de dar los aspectos finales del proyecto.	Lógica de cómo se ensamblaría y el tipo de configuraciones que se deberán utilizar.




VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1.Resultados

7.1.1. Identificar los componentes electrónicos para el desarrollo del dispositivo de alerta temprana.

Tabla 3: Componentes eléctricos del dispositivo

Componentes	Función principal	Especificación	Imagen
Arduino Uno R3	Ordenador que construirás un circuito e interfaces para hacer cosas y decirles a los otros sensores que hacer.	Micro controlador ATmega328P, voltaje de operación 5V, 14 pines digitales (6 con PWM), 6 entradas analógicas, USB tipo B (para programación y alimentación)	
Placa de pruebas (Protoboard)	Placa sobre la cual puedes montar componentes eléctricos	Plástico ABS no conductor, con contactos metálicos de aleación de níquel o cobre. Filas centrales (zonas de trabajo): usualmente separadas en dos bloques por un canal central. Líneas laterales (barras de alimentación): para distribuir positivo y negativo. Compatible con microcontroladores como Arduino Uno, Mega, Nano, ESP32, sensores y otros componentes.	
Sensores ultrasónicos	Medir la distancia entre el dispositivo y el nivel del agua.	Voltaje de operación 5V, Rango de medición 2 cm a 400 cm, VCC: Alimentación (5V). GND: Tierra. TRIG: Señal de disparo (entrada). ECHO: Señal de recepción (salida).	

Diodos emisor de luz (LED)	Especifica la alerta según el nivel del agua.	Generalmente arseniuro de galio (GaAs), fosfuro de galio (GaP) o combinaciones (GaAsP). Voltaje operacional 1.8V a 3.6V, dependiendo del color del LED: Rojo: 1.8V - 2.2V. Verde: 2.0V - 3.0V. Amarillo: 3.0V - 3.6V.	
Piezo o zumbador eléctrico	Emisor de sonido para dar la alerta	Zumbador piezoeléctrico (activo o pasivo). 3V a 12V DC (dependiendo del modelo). Activo: Frecuencia fija (~2 kHz - 4 kHz). Pasivo: Frecuencia variable (controlada por PWM).	
Resistencia	Controlar el flujo de corriente entre de los sensores	Rango amplio: desde pocos ohmios (Ω) hasta varios megaohmios ($M\Omega$). Los valores típicos para Arduino incluyen: 220 Ω y 330 Ω : para LEDs. 1k Ω y 10k Ω : para divisores de voltaje y pull-up/pull-down. 4.7k Ω : para comunicación I2C en algunos sensores.	

7.1.2. Determinar los requerimientos necesarios para el desarrollo del dispositivo de aleta temprana.

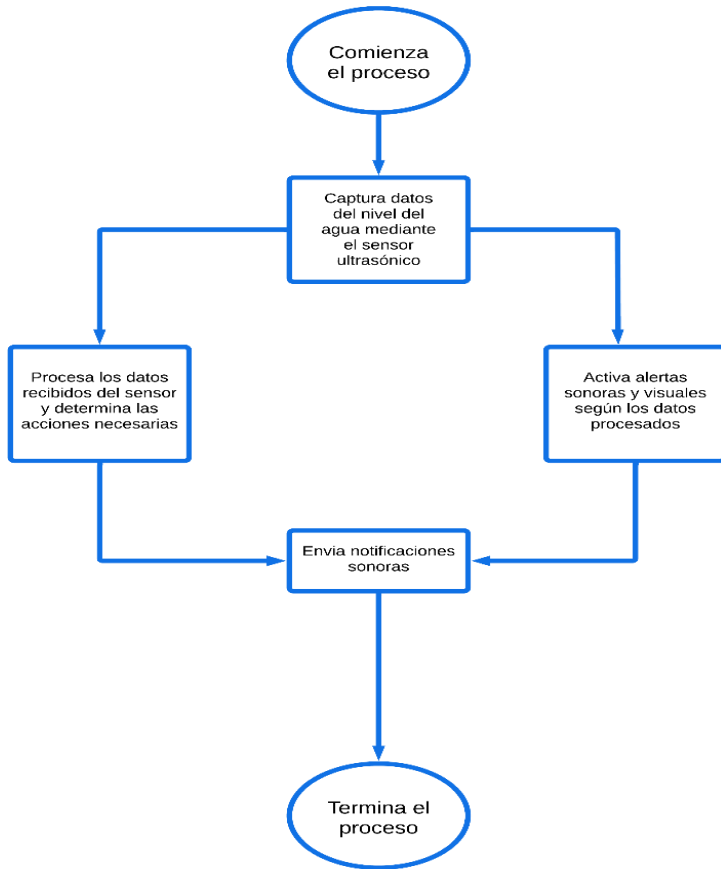
Tabla 4: Requerimientos funcionales y no funcionales

Categoría	Requerimientos
-----------	----------------

Funcionales	
Monitoreo constante	El dispositivo debe medir el nivel del agua en tiempo real.
Alertas automáticas	Emitir una alerta sonora cuando el nivel del agua supere un umbral predefinido.
Configuración inicial	Permitir al usuario definir umbrales personalizados para activar las alertas.
No Funcionales	
Robustez	Diseñado para operar en entornos húmedos y temperaturas extremas (-20°C a 70°C).
Bajo consumo energético	Optimizar el uso de energía para prolongar la vida útil de las baterías.
Escalabilidad	Permitir la integración con sistemas más grandes o la expansión con sensores adicionales.
Facilidad de uso	Interfaz sencilla para configuración y operación, accesible incluso para personal no técnico.
Costo accesible	Materiales y diseño económico para facilitar su implementación en múltiples zonas vulnerables.

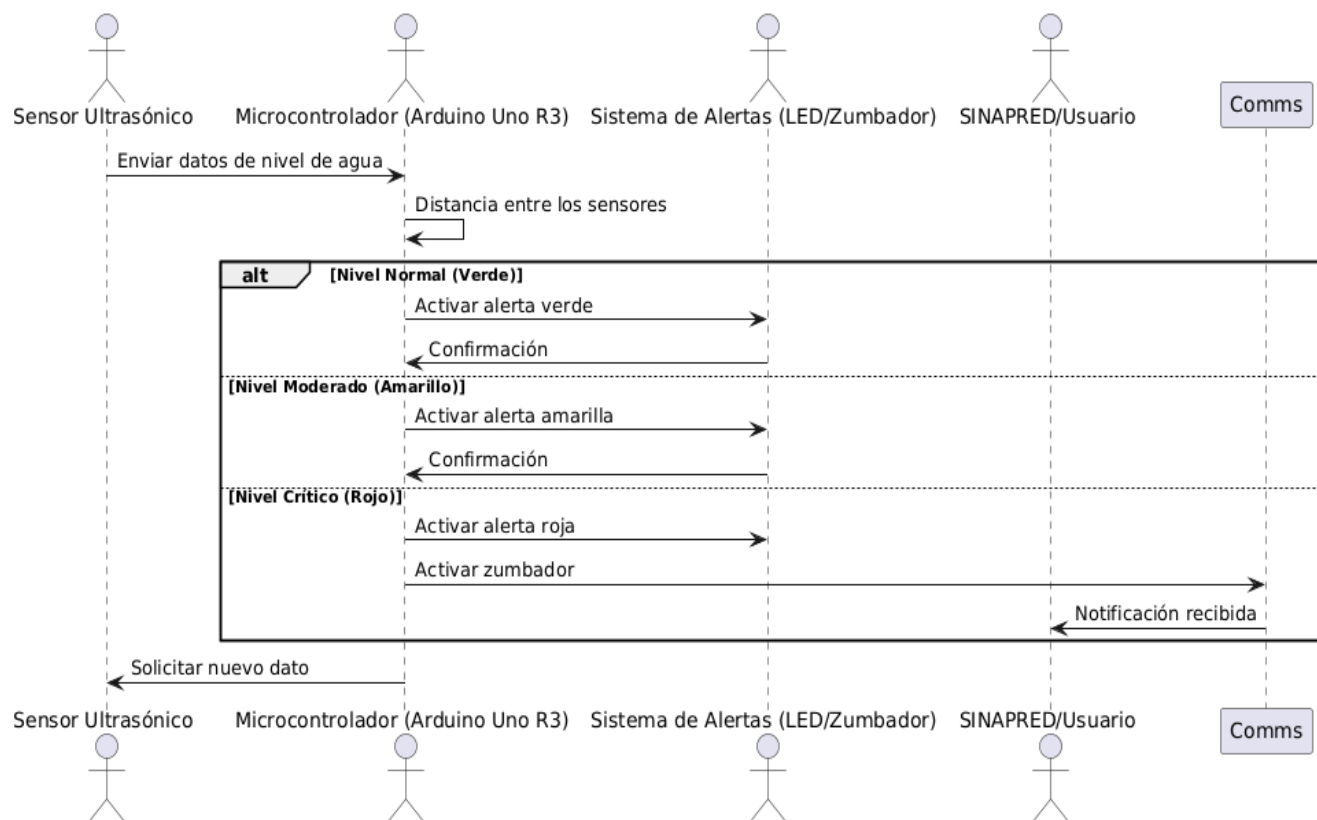
7.1.3. Diseñar el dispositivo de alerta temprana ante inundaciones.

Figura 7: Diagrama de flujo de toma de decisiones



Este diagrama representa el proceso de toma de decisiones. El primer nodo indica el inicio del proceso, seguido de los pasos intermedios representado por cuadros, los cuales corresponden a las actividades realizadas. Las flechas que conectan los cuadros indican posibles bifurcaciones en el flujo, dependiendo del resultado de una evaluación. Esto permite llevar a cabo un análisis continuo y tomar decisiones en función de las condiciones evaluadas.

Figura 8: Diagrama de secuencia lógica de funciones del dispositivo

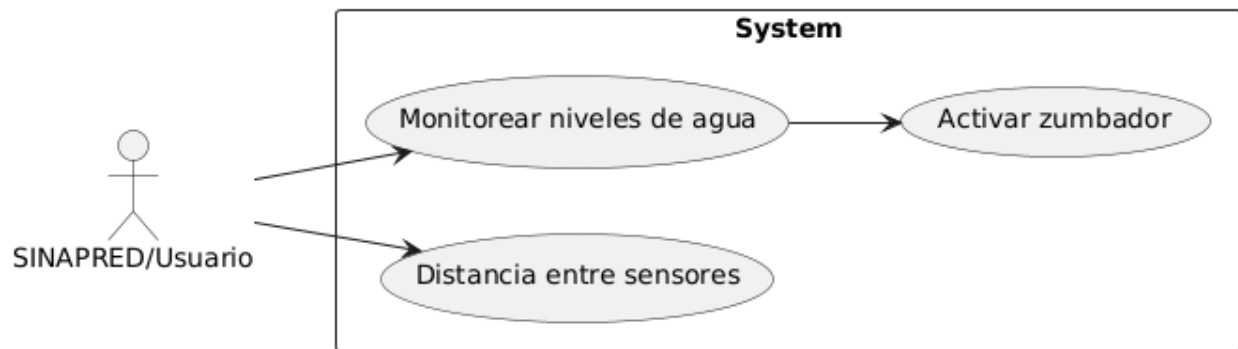


Este diagrama representa la secuencia lógica del funcionamiento del dispositivo al momento de iniciar su operación. El proceso comienza con los sensores ultrasónicos, que miden el nivel del agua, el micro controlador calcula la distancia entre el nivel del agua y el sensor, evaluando las condiciones de alerta según los datos obtenidos.

Dependiendo del nivel detectado, se activan las siguientes alertas:

- Nivel normal: Se enciende el LED verde, indicando que no hay riesgos.
- Nivel Moderado: Se activa el LED amarillo, alertando sobre un posible aumento en el nivel del agua.
- Nivel crítico: Se enciende el LED rojo. Acompañado por la activación de una sirena para alertar sobre el peligro inminente.

Figura 9: Diagrama de uso de interacciones entre usuario y sistema de monitoreo



Representa las principales interacciones entre el usuario y el sistema de monitoreo de niveles del agua. El actor externo puede realizar dos acciones principales:

- Monitoreo del nivel del agua: El sistema se encarga de supervisar constantemente los niveles de agua mediante sensores.
- Determinar la distancia entre sensores: Esto permite obtener información precisa sobre las condiciones de la agua en diferentes ubicaciones.

En un caso de niveles críticos de agua, el sistema toma la acción de activar el zumbador, lo cual alerta al usuario sobre una posible emergencia. Este diagrama destaca la relación entre las funciones del sistema y el usuario que interactúa con él.

7.2. Discusión

Es importante destacar que cada uno de los estudios realizados considera cuidadosamente los componentes necesarios para el desarrollo del dispositivo, como el Arduino Uno R3, el sensor de distancia ultrasónico, los LEDs, la placa de pruebas (Protoboard), el zumbador o sirena y las resistencias. Estos elementos fueron seleccionados y dispuestos estratégicamente para garantizar su funcionamiento. Además, este se puede adaptar a diferentes formas y configuraciones, incluyendo la posibilidad de ser alimentado por una batería o panel solar, lo que amplía su versatilidad y autonomía.

Cabe mencionar que este dispositivo permite vigilar de manera automática el nivel del caudal de los ríos, lagunas, causes entre otros donde se vea el desplazamiento de agua así facilitando la manera en que se está en pendiente de esto, ya no sería tan necesario ir a ver hasta el lugar, solo se notaría cuál de las LED estén encendidas, tomando como referencia que la LED de color amarillo signifique que está a un nivel controlable y pueda que tienda a disminuir, la LED de color verde que esto ya paso a un estado de preocupación y que hay que estar al tanto y la LED de color rojo indica que ya está en una zona de riesgo, al mismo tiempo activando una serían para dar aviso de este peligro.

Este dispositivo busca mejorar la manera en que se mide y se ve el nivel del caudal de un sitio específico, tomando la forma actual y dándole una actualización con un sistema automatizado, es importante recalcar que la ayuda del ser humano no se elimina solo se está mejorando y facilitando la forma que se hacía estas deducciones acerca de las masas de agua en movimiento.

VIII. CONCLUSIONES Y VÍAS FUTURAS

8.1. Conclusiones

Se logro identificar los componentes electrónicos clave para el desarrollo del dispositivo de alerta temprana ante inundaciones, seleccionando sensores, microcontroladores y módulos de comunicación que cumplen con los requisitos de precisión, durabilidad y eficiencia.

Los requerimientos y operativos para el desarrollo del dispositivo fueron claramente definidos, considerando las particularidades de las áreas propensas a inundaciones. Esto incluye establecer umbrales críticos de niveles de agua, garantizando la resistencia del dispositivo a factores de estas necesidades.

Se desarrollo un dispositivo funcional que integra todos los componentes electrónicos de manera eficiente. El prototipo incluye características que facilitan su instalación y mantenimiento.

8.2. Vías futuras

Por lo tanto, es importante que el prototipo comience a ponerse a prueba, donde las personas que manipularan o estarán al tanto de este dispositivo interactúen y se familiaricen con el funcionamiento de este y ver cómo es él comporta miento de este ante diferentes panoramas y ver si hay posibilidades en la que pueda tener fallas.

IX. RECOMENDACIONES

Realizar una evaluación exhaustiva de sensores disponibles en el mercado, priorizando aquellos con alta precisión.

Seleccionar microcontroladores versátiles y de bajo consumo energético, como los de la familia Arduino o ESP32, que permitan una fácil integración con los demás componentes.

Evaluar fuentes de energía alternativa, como paneles solares, para asegurar la operatividad en caso de intercesiones eléctricas.

Explicar a la población en general que tipo de señal auditiva se utilizara en el dispositivo para que comprenda la señal que se dará al momento que comience a estar en funcionamiento el prototipo.

Implementar un sistema modular que permita futuras actualizaciones o reemplazo de componentes de manera sencilla.

Las recomendaciones se dirigen a la institución de SINAPRED (Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres), ya que esta facilitase el desarrollo y la manipulación del dispositivo, también para su eficiencia y sostenibilidad en la mitigación de desastres.

X. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

10.1. Presupuesto

Tabla 5: Presupuesto de materiales a utilizar

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
PRIMERA FASE					
Equipos e Insumos de Campo					
1	Arduino uno R3	Unidad	1	C\$600.00	C\$600.00
2	Sensor de distancia ultra sónico	Unidad	3	C\$72.77	C\$218.31
3	LED	Unidad	3	C\$2.83	C\$8.49
4	Cables Dupont para Protoboard	Unidad	26	C\$3.67	C\$95.42
5	Placa de pruebas Protoboard	Unidad	1	C\$65.78	C\$65.78
6	Piezo	Unidad	1	C\$6,247.50	C\$6,247.50
7	Cable USB Tipo B	Unidad	1	C\$109.88	C\$109.88
8	Cable UTP Caja	Caja	1	C\$9,299.00	C\$9,299.00
9	Resistencias	Unidad	4	C\$3.59	C\$14.36
Sub-Total					C\$16,658.74

10.2. Cronograma de actividades

Tabla 6: Cronograma de actividades

MES	Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
ACTIVIDADES	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Búsqueda de información: Indagar documentación que sea relacionada con el tipo de prototipo que se trata de desarrollar, con la finalidad de tener un ejemplo de cómo se puede hacer y que componentes se pueden usar.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Componentes: Buscar lo componentes que se usaran para el desarrollo del prototipo.											X	X				
Conexión: Combinar los componentes que se usaran para darle forma al prototipo y la funcionalidad que tendrá.												X				
Software: Desarrollo del algoritmo que se utilizara para que el dispositivo funcione correctamente, según lo deseado.													X	X	X	X

XI. REFERENCIAS

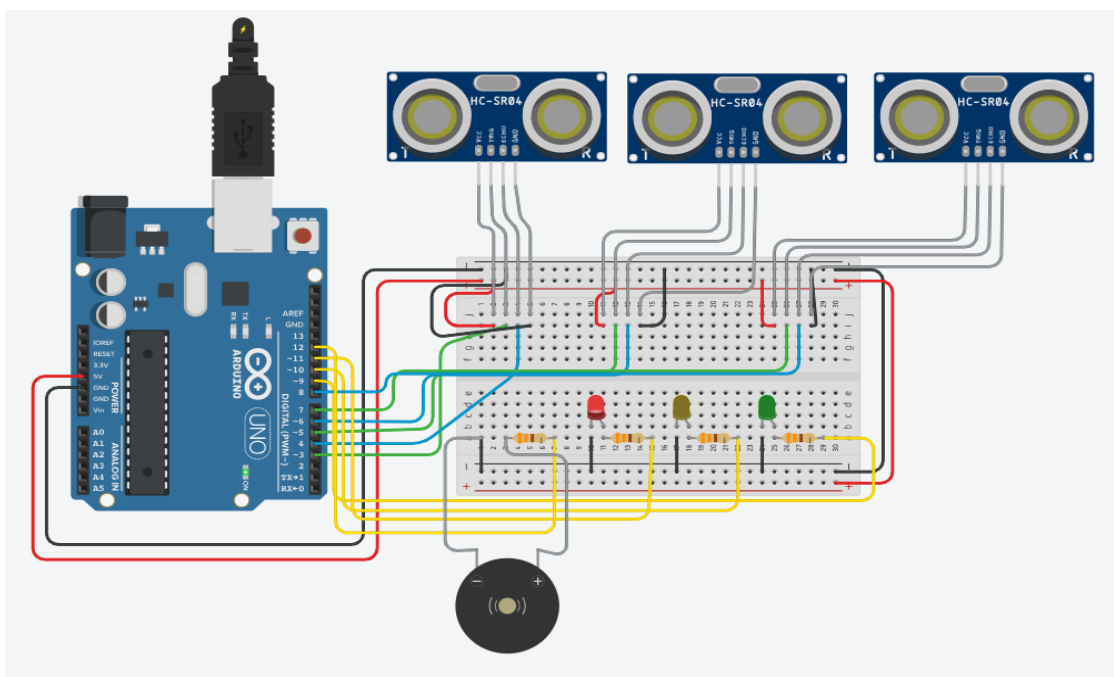
- Divergentes. (2022). *Julia deja a El Rama sumergido en agua e incomunicación*. Divergentes. <https://www.divergentes.com/julia-deja-a-el-rama-sumergido-en-agua-e-incomunicacion/>
- Fotariya, M. A., & Mandge, M. O. (2022). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software A. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(6), 1771–1774. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.44143>
- Garrido, M., Gómez, M., & León, A. (2013). Sistema automatizado de alerta temprana ante el peligro de inundaciones. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental VO - 34, XXXIV(3)*, 30. <http://ezproxy.uniandes.edu.co:8080/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S1680.03382013000300003&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Gómez Fermín, O. (2019). *DESARROLLO DE UN SISTEMA INTEGRAL PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA Y ANUNCIO DE RIESGOS DE INUNDACIONES*. 10–13.
- Hernandez, C. (n.d.). *SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA LA REDUCCIÓN DE RIEGOS DE INUNDACIONES, UTILIZANDO TECNOLOGÍA ARDUINO Y COMUNICACIÓN CON REDES DE DATOS PARA EL ÁREA DE LA CUENCA MEDIA DEL RÍO LEMPA*. 11–21.
- Leon, C., & Molano, O. (2019). *Prototipo de alerta temprana de inundaciones sobre la quebrada pubus*.
- Martínez Fuentes, V. (2016). *Introducción a la plataforma Arduino y al Sensor ultrasónico HC-SR04: experimentado en una aplicación para medición de distancias*.
- Peña Milahual Claudio Alejandro. (2017). *Arduino de cero a experto* (pp. 23–24).

XII. ANEXOS

Dispositivo de alerta temprana ante inundaciones

El dispositivo mostrado en la siguiente imagen está diseñado para detectar la proximidad del agua utilizando sensores ultrasónicos. Estos sensores permiten medir qué tan cerca está el nivel del agua en relación con cada uno de ellos. Considerando la ubicación y la distancia de los sensores, es posible determinar con precisión la altura del nivel de un río, cauce o cualquier área que esté en constante riesgo de inundación.

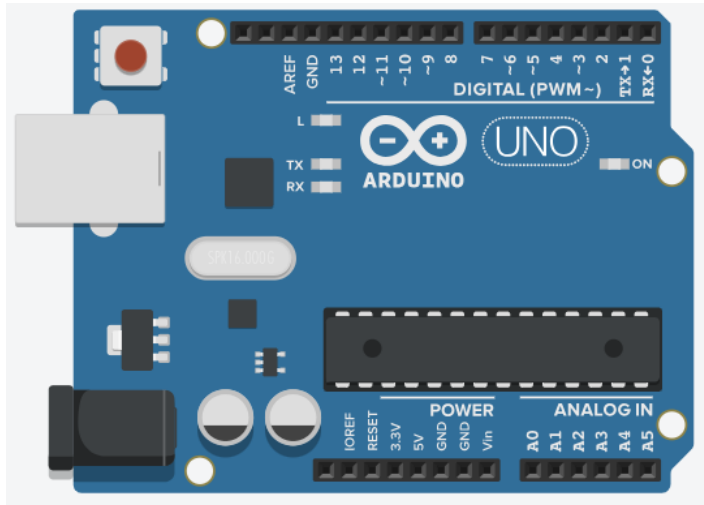
Figura 10: Sistema de alerta temprana



Cada sensor está conectado a un LED que indica el nivel de alerta correspondiente: verde para condiciones normales, amarillo cuando el nivel del agua supera los valores habituales, y rojo para indicar peligro inminente de inundación. En caso de que se active la alerta roja, el dispositivo emite una señal sonora a través de una sirena para advertir a las personas cercanas. Este sistema proporciona una solución práctica para monitorear y gestionar riesgos relacionados con inundaciones.

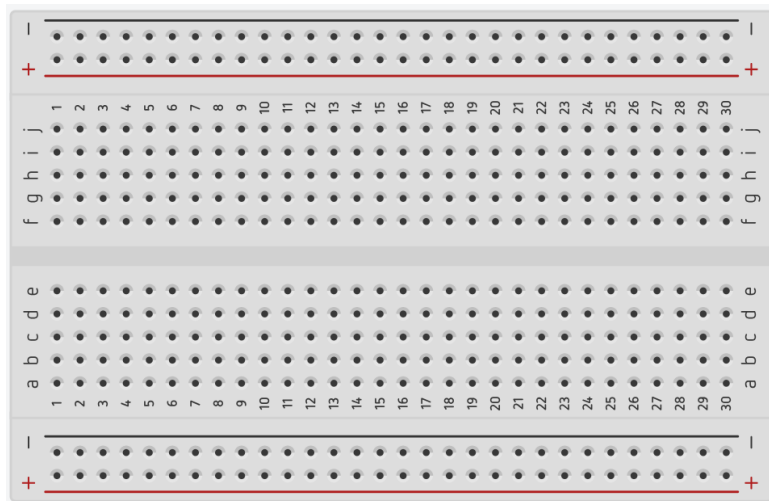
Componentes del dispositivo

Figura 11: Arduino Uno R3



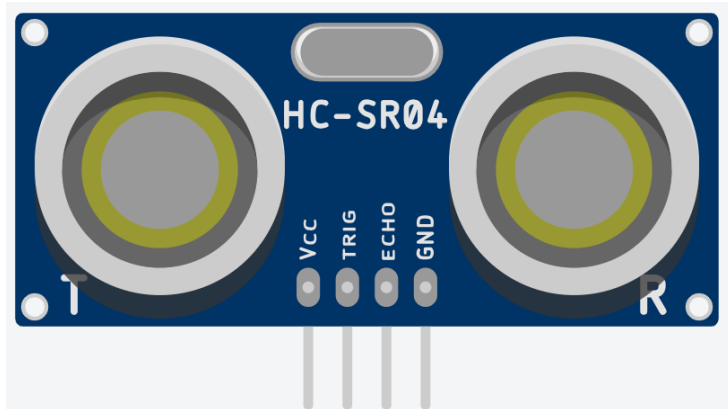
Arduino uno r3: Tarjeta de desarrollo del microcontrolador la cual será el corazón del proyecto, es un simple ordenador, para el construirás un circuito e interfaces para hacer cosas y decirles a los otros sensores que hacer.

Figura 12: Placa de pruebas (Protoboard)



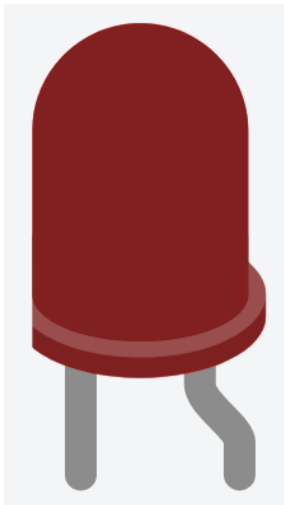
Placa de pruebas (Protoboard): Es una placa sobre la cual puedes montar componentes eléctricos. Es como un panel con agujeros, con filas de agujeros que permiten conectar cables y componentes eléctricos.

Figura 13: Sensores ultrasónicos



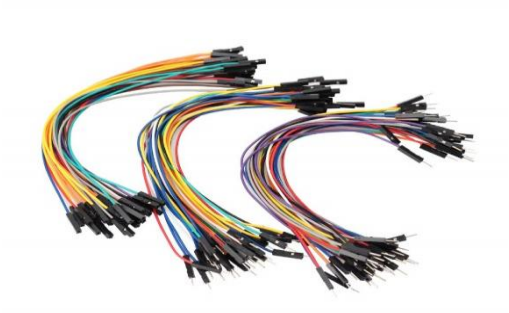
Sensores ultrasónicos: Como su nombre lo indica, miden la distancia mediante el uso de ondas ultrasónicas. El cabezal emite una onda ultrasónica y recibe la onda reflejada que retorna desde el objeto.

Figura 14: Diodos emisor de luz (LED)



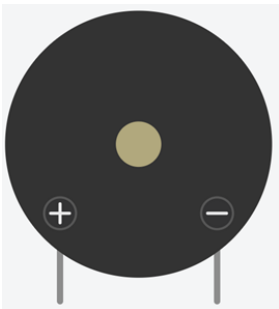
Diodos emisor de luz (LED): Diodo emisor de luz cuando la corriente lo atraviesa, en este la corriente solo fluye hacia un solo sentido a través de sus componentes el ánodo que es la parte más larga, este se conecta la parte positiva y cátodo que es la parte más corta.

Figura 15: Cables Dupont o cables puentes



Cables Dupont o cables puentes: Estos se utilizan para realizar las conexiones entre los diferentes sensores entre la placa de Arduino uno r3, la placa Protoboard y los demás sensores.

Figura 16: Piezo o zumbador eléctrico



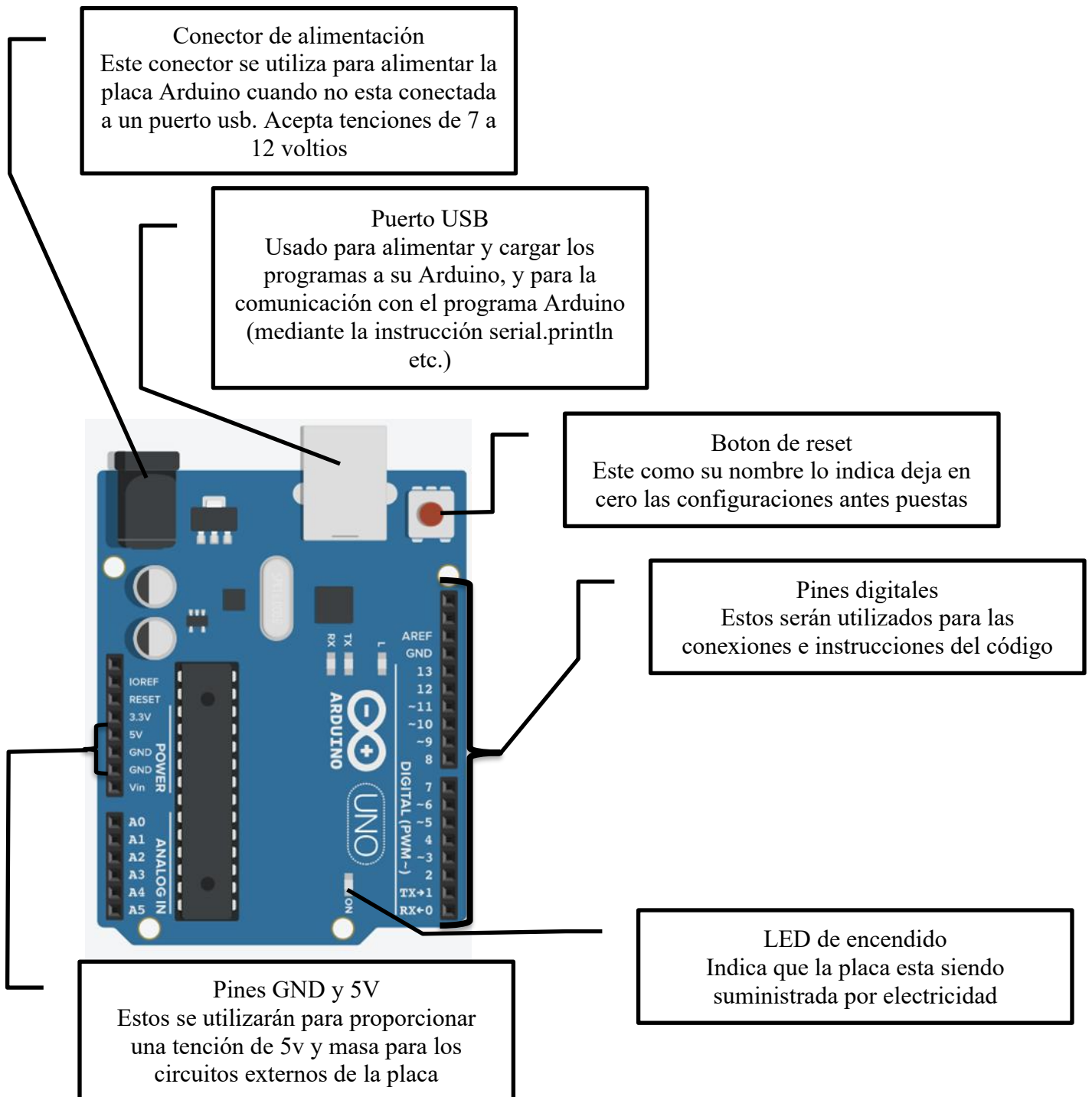
Piezo o zumbador eléctrico: Componente eléctrico que se puede usar para general un ruido.

Figura 17: Resistencia



Resistencia: Se pone en el paso de la corriente eléctrica en un circuito, dando como resultado a un cambio en la tensión y en dicha corriente. El valor de las resistencias se mide em ohmios.

Figura 18: Componentes esenciales de la placa de Arduino Uno R3



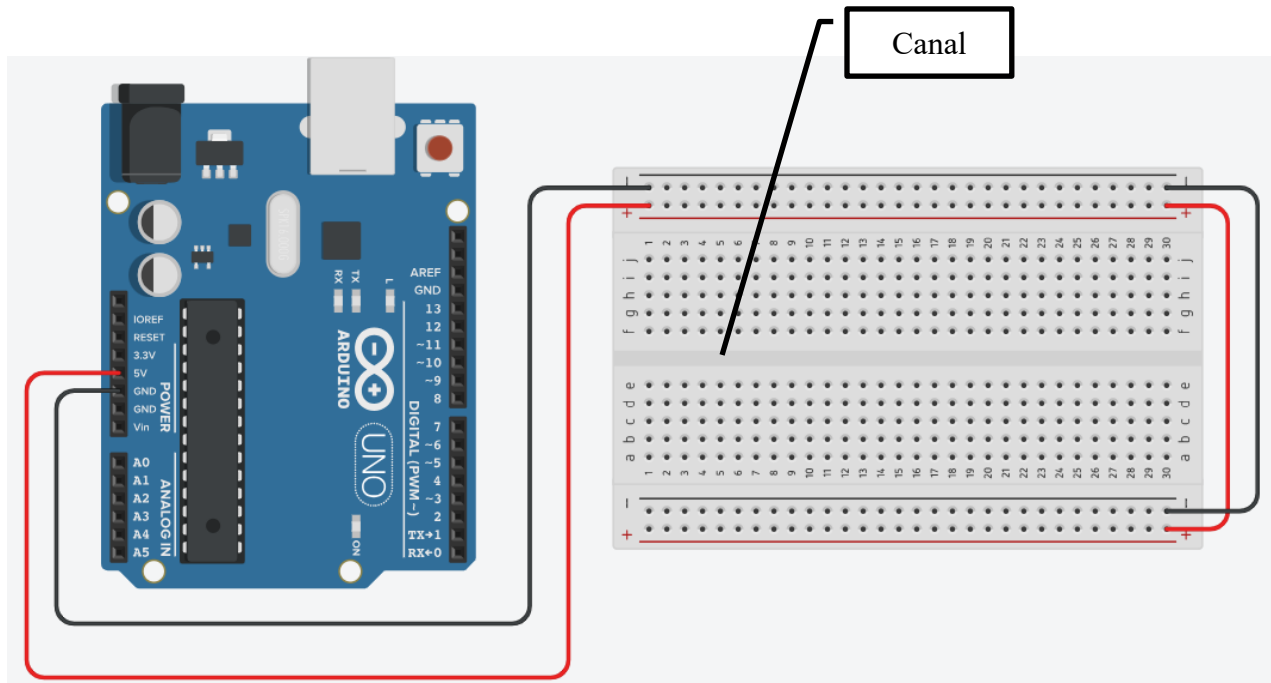
Introducción

Bienvenidos al desarrollo del dispositivo de alerta temprana

Primer paso:

Para empezar, necesitamos cada uno de los componentes previamente indicados, teniendo estos, tomamos la placa de Arduino y la placa de pruebas, tomamos dos cables y unimos el pin 5v con la parte donde muestra que la placa de pruebas es positiva esto lo representaremos con un cable de color rojo y el GND será el de carga negativo representado con un cable de color negro, así mismo conectamos los otro polos de la placa de pruebas para que se alimenten todos, ya que estos vienen separada por un canal como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 19: Conexión de los polos negativos y positivos

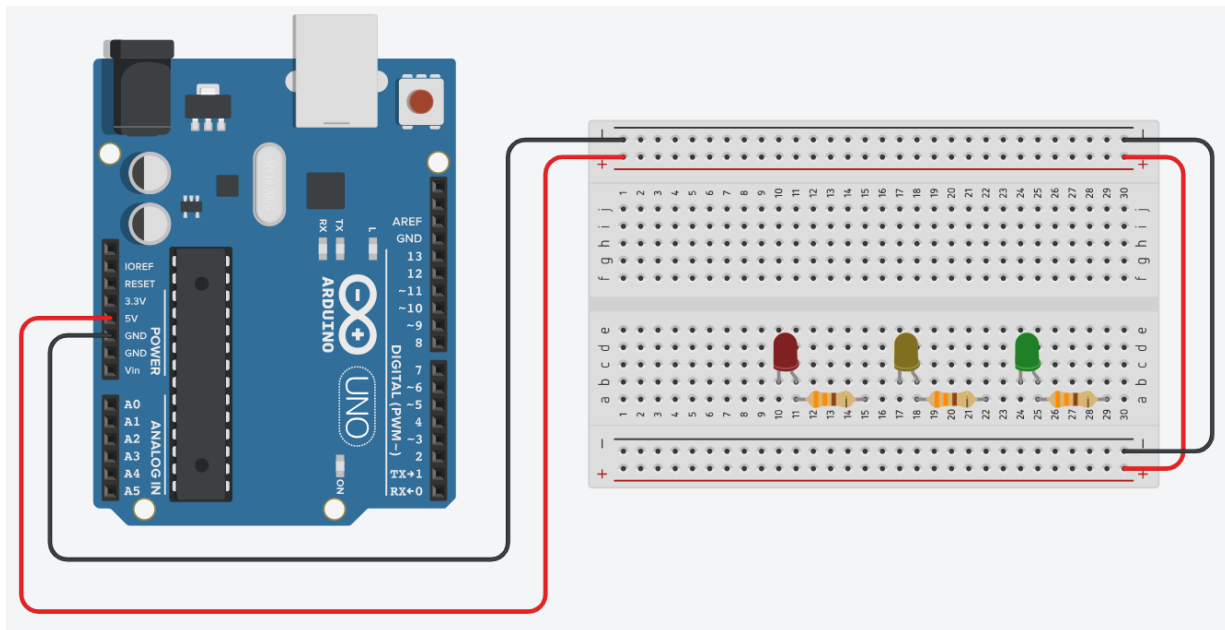


Es importante mencionar que, al momento de estar manipulando las piezas, debemos tener las manos totalmente secas, tratar de no comer o tener algún líquido que pueda dañarlas, tenido en cuenta esto continuemos.

Segundo paso:

Pondremos las LED, en dependencia de la placa de pruebas que tienes veras señalizaciones o no, en la que se estará trabajando presenta símbolos que te ayudan a guiarte como pueden ser los polos ya que están representado por lo signos “+” y “-”, la columnas están representadas por letras y la fialas tiene un numero natural , en este caso vamos a poner las LED en la columna representada por la letra “b” y las resistencias en la columna representada por la letra “a”, estas tienen que tener una capacidad de $330\ \Omega$ (homios) o 18v (voltios), esto se puede observar en la siguiente imagen:

Figura 20; Inserción de LED y resistencias en la placa de pruebas



Tercer paso:

Comenzaremos a realizar las conexiones de los cables. Primero, conectaremos el cátodo de cada LED al polo negativo, representado con un color negro y el signo “-”. Al realizar esta conexión, también conectaremos las resistencias al polo positivo, ya que las filas y columnas de la placa de pruebas están interconectadas.

A continuación, conectaremos el polo positivo de cada resistencia a los pines digitales correspondientes. En este caso:

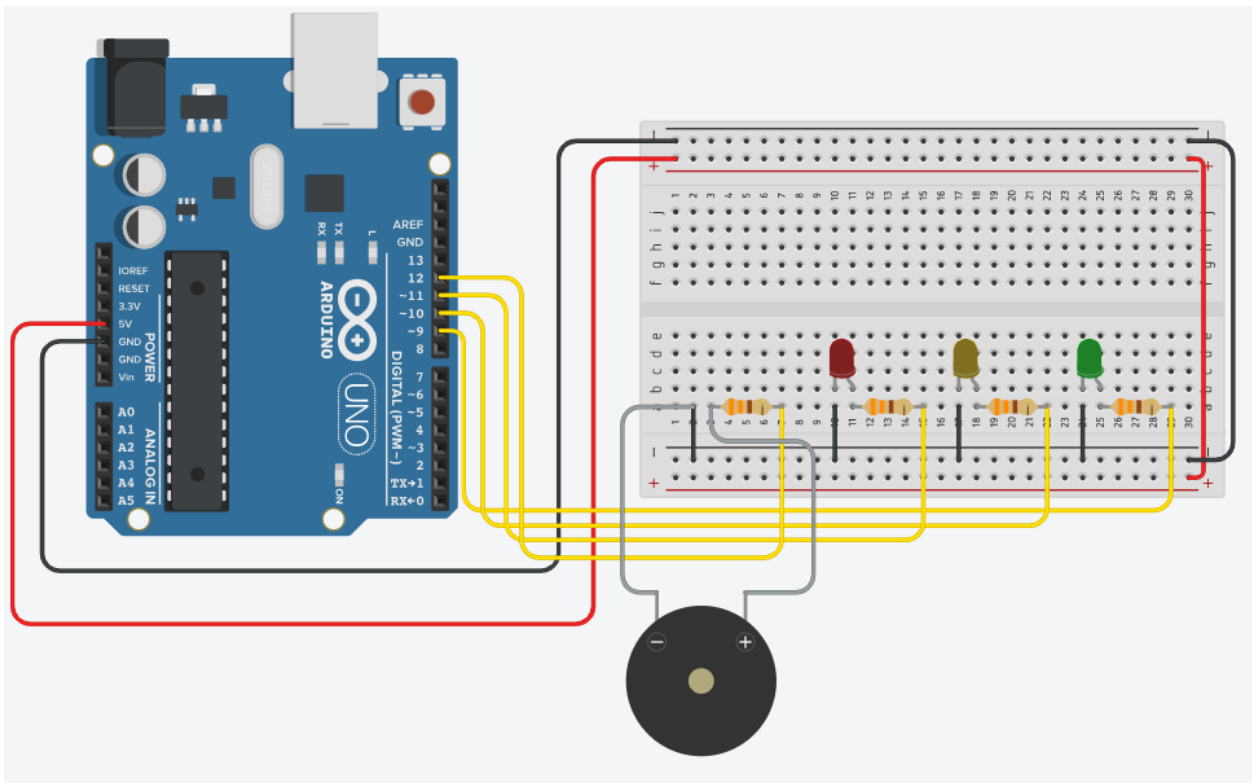
- La resistencia conectada al LED verde estará en el pin digital número 9.

- La resistencia conectada al LED amarillo estará en el pin digital número 10.
- La resistencia conectada al LED rojo estará en el pin digital número 11.

Para la resistencia que no está conectada a ningún LED, será donde conectaremos el piezo o la sirena. El polo positivo del piezo estará conectado al pin digital número 12, mientras que el polo negativo estará conectado al negativo de la placa. El piezo cuenta con dos polos: negativo y positivo, indicados con los símbolos “-” y “+”, respectivamente.

Estas conexiones se pueden observar en la imagen que se muestra a continuación.

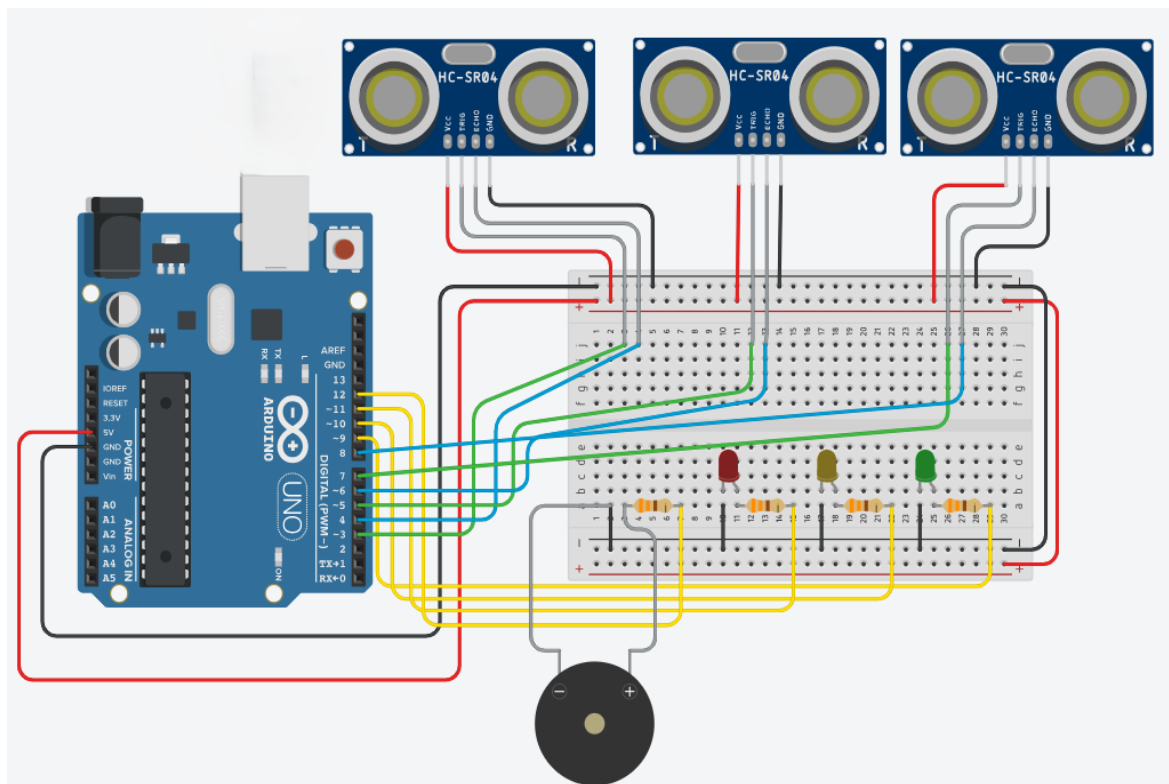
Figura 21: Conexión de puerto analógicos y digitales



Cuarto paso:

Ahora comenzaremos a unir los sensores ultrasónicos (HC-SR04) con la placa de pruebas, para empezar, tomaremos el primer sensor y lo colocaremos en la columna representada por la letra “j” de la fila con el numero 2 hasta la numero 5, como se puede observar esto tiene cuatro conectores Vcc, TRIG, ECHO y GND; el conector Vcc lo uniremos al polo positivo y el GND al polo negativo, el TRIG lo uniremos con el pin digital número 3 y el ECHO con el pin digital número 4.

Figura 22: Unión de los sensores ultrasónicos a la placa de prueba



El segundo sensor ultrasónica se colocará en la columna representada por la letra “j” de la fila con el numero 11 hasta la numero 14, el conector Vcc lo uniremos al polo positivo y el GND al polo negativo, el TRIG lo uniremos con el pin digital número 5 y el ECHO con el pin digital número 6. El tercer sensor ultrasónica se colocará en la columna representada por la letra “j” de la fila con el numero 25 hasta la numero 28, el conector Vcc lo uniremos al polo positivo y el GND al polo

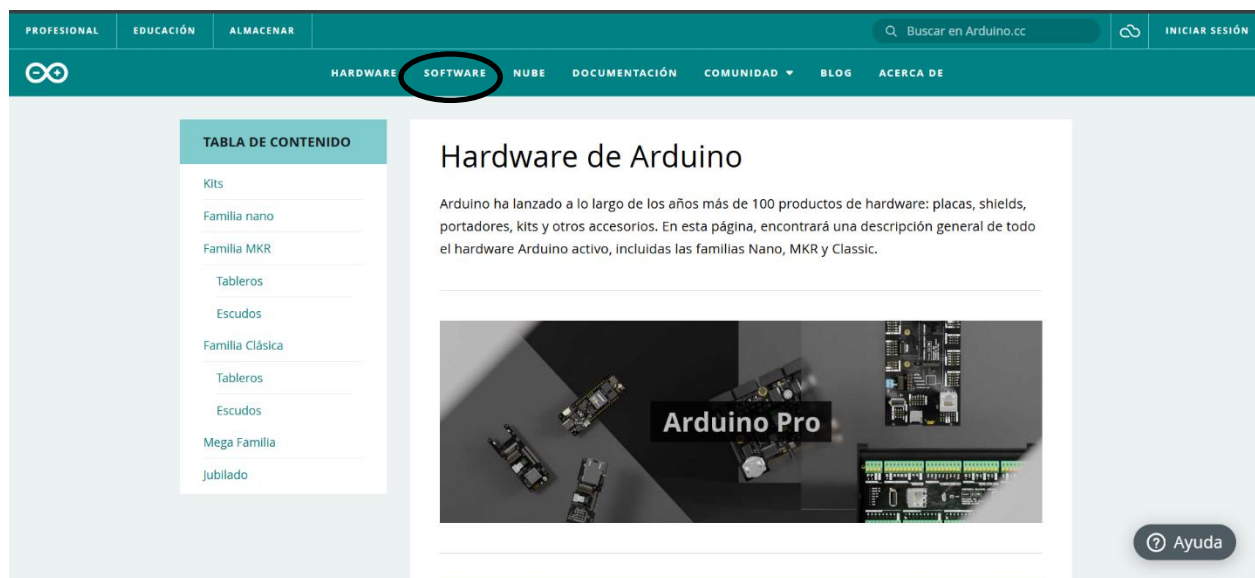
negativo, el TRIG lo uniremos con el pin digital número 7 y el ECHO con el pin digital número 8, lo explicado anteriormente se puede ver en la siguiente imagen:

Si la placa de pruebas que tiene no está señalizada, puedes conectar en diferentes lugares los sensores siempre y cuando los pines digitales y los polos este conectados como se ha expresado anteriormente.

Quinto paso:

Es la programación en Arduino, lo primero que se ara es descargar el software de este, para eso nos vamos a la siguiente página: <https://www.arduino.cc/en/software>, esta dirección la podemos copiar a cualquier navegador de internet que nos llevara la siguiente página que se muestra en la siguiente:

Figura 23: Descargar del software de Arduino



Ya estando aquí seleccionaremos la palabra SOFTWARE, la cual los mandara al siguiente menú que se ve la siguiente imagen:

Figura 24: Selección del sistema operativo de la computadora



En este menú seleccionaremos el tipo de sistema operativo que tienes en tu computadora, para muestras solo se seleccionará la parte de Windows que está marcada en la imagen anterior.

Posteriormente aparecerá la siguiente ventana, donde seleccionaremos “solo descargar”

Figura 25: Descarga de Arduino

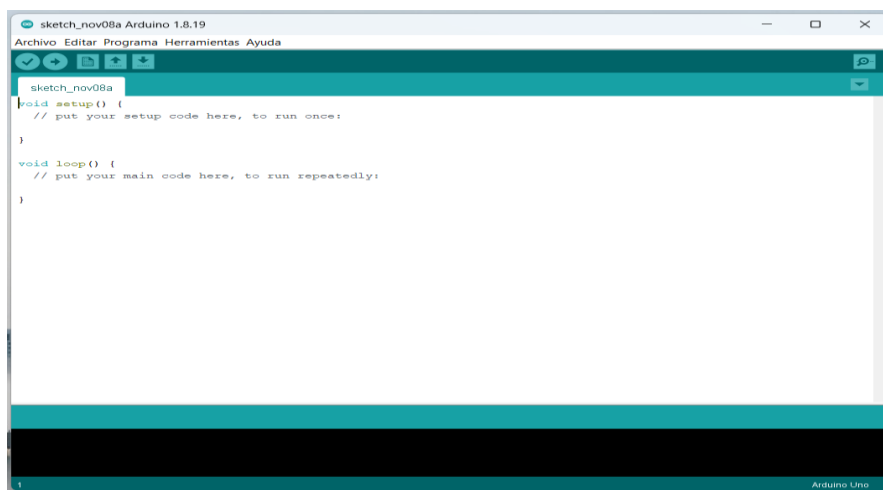


Al momento de selecciona esa parte la descarga del programa se hará de forma automática.

Sexto paso:

Ya después de haber descargado, lo ejecutamos, al inicio te aparecerá la opción de aceptar le damos ahí y le después solo siguiente en cada una de las opciones que te va desplegando, para que se instales con las configuraciones por defecto que el trae, para finalizar le damos en terminar y este se ejecutara automáticamente, esto se muestra en la siguiente imagen:

Figura 26: Pantalla de símbolo de sistema para escribir código de Arduino



Ya estando en esta pantalla comenzamos indicando que usaremos la variable Distancia, daremos orden de limpiar y ejecutase a los pines TIGER y ECHO, usaremos un valor de 9600 en la parte del serial, ya que este trabaja con el proceso que estaremos realizando, en la parte de “void setup” pondremos en ejecución cada uno de los pines y el serial y en la parte de “void loop ()” escribiremos la fórmula que usaremos para que cada pin realice la función que le corresponde.

La fórmula consiste en que si un objeto está a una distancia de 100 centímetros el sensor ultrasónico comienza a funcionar y encenderá una LED.

Código:

```
int Distancia = 0;

long readUltrasonicDistance (int triggerPin, int echoPin)
{
  pinMode(triggerPin, OUTPUT);
  digitalWrite(triggerPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(triggerPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(triggerPin, LOW);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  return pulseIn(echoPin, HIGH);
}

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
}

void loop()
{
  Distancia = 0.01723 * readUltrasonicDistance(7, 8);
  Serial.println(Distancia);
  if (Distancia < 100) {
    digitalWrite(9, HIGH);
  }
}
```

```

} else {
    digitalWrite(9, LOW);
}
Distancia = 0.01723 * readUltrasonicDistance(5, 6);
Serial.println(Distancia);
if (Distancia < 100) {
    digitalWrite(10, HIGH);
} else {
    digitalWrite(10, LOW);
}
Distancia = 0.01723 * readUltrasonicDistance(3, 4);
Serial.println(Distancia);
if (Distancia < 100) {
    digitalWrite(11, HIGH);
} else {
    digitalWrite(11, LOW);
}
Distancia = 0.01723 * readUltrasonicDistance(3, 4);
if (Distancia < 90) {
    digitalWrite(12, HIGH);
} else {
    digitalWrite(12, LOW);
}
delay(10); // Delay a little bit to improve simulation performance
}

```

Entrevista

1. ¿Dónde uste vive se encuentra en peligro ante una inundación?
 - b) Si
 - c) No

2. ¿Qué tan frecuente es el riesgo de una inundación en ciudad de El Rama?
 - a) Cada año
 - b) Cada 2 años
 - c) Cada 3 años

3. ¿Cuál es el nivel de conocimiento sobre el nivel de riesgo que puede llegar a tener una inundación?
 - a) Bueno
 - b) Regular
 - c) Malo
 - d) Nulo

4. ¿En caso de una inundación sabe usted con que recursos tiene que contar?
 - a) Si
 - b) No

5. ¿En su lugar de trabajo ha recibido algún tipo de información o entrenamiento para prepararse ante una inundación?
 - a) Si

b) No

6. ¿Existe algún tipo de dispositivo para alertar a la población en general sobre una inundación? Si es así ¿Puede explicar cómo funciona este?

7. ¿Cree que es conveniente tener otro tipo de dispositivo y que este alerte de alguna manera a la población en general?

a) Si

b) No

8. ¿Cuentan con alguna base de datos sobre las personas que son más afectadas al momento de la crecida de los ríos en ciudad de El Rama?

a) Si

b) No

9. ¿Cuántas personas son las más expuestas ante una inundación?

10. ¿Se ha proporcionado algún tipo de capacitación a la población en general ante una inundación?

a) Si

b) No

11. ¿Cuál crees que el desafío más grande al cual se deben enfrentar las personas al momento de una inundación?