



UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA

Sistema de monitoreo y alerta temprana a inundaciones

Presentado por:

Erick Andrés Baez Cruz

Sebastián Felipe Buitrago Ayala

Presentado a:

Ing. Pedro Osorio

Asignatura: Electiva 4

11 de septiembre de 2025

Índice

Introducción	1
Planteamiento el problema y/o justificación	2
Objetivos	2
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
Marco referencial	3
Marco teórico	3
Internet de las Cosas (IoT)	3
.NET	3
LoRa (Long Range)	3
Arduino mega	4
ESP32	5
n8n y Webhooks	6
APIs de Mensajería (Telegram/WhatsApp)	6
Metodología Scrum	6
Marco legal	8
Ley Estatutaria 1581 de 2012	8
Resolución 105 de 2020 de la ANE	8
Metodología Ingenieril	8
Requerimientos	8
Requerimientos funcionales	8
Requerimientos no funcionales	8
Modelado	9

Conclusiones 10

Referencias 11

Índice de figuras

1.	Modulo lora	4
2.	Arduino Mega	5
3.	Esp 32	5
4.	Metodología Scrum	7
5.	Diagrama de arquitectura	9

Introducción

La ciudad de Villavicencio, por su ubicación geográfica, es susceptible a inundaciones recurrentes, principalmente por el desbordamiento de los ríos Guatiquía, Ocoa y Guayuriba durante las temporadas de lluvias intensas. Fenómenos climáticos, sumados a factores como la expansión urbana descontrolada y la extracción de materiales de los lechos de los ríos, agravan esta problemática. La falta de sistemas de alerta que anticipen las crecientes súbitas deja a las comunidades en un estado de alta vulnerabilidad.

Planteamiento el problema y/o justificación

El problema radica en la ausencia de un sistema de alerta temprana que anticipe de manera efectiva y oportuna la llegada de estas crecientes. Las comunidades son usualmente sorprendidas por el rápido ascenso de las aguas, especialmente durante la noche, lo que limita drásticamente el tiempo de reacción para evacuar y proteger sus bienes. La monitorización de las condiciones se realiza de forma general a nivel regional, pero no existe un mecanismo ágil y localizado que traduzca las precipitaciones en las montañas en una advertencia específica y directa para los habitantes de las zonas de riesgo en Villavicencio. Esta carencia de información en tiempo real impide que tanto los ciudadanos como los organismos de socorro puedan tomar acciones preventivas coordinadas.

Objetivos

Objetivo general

Se requiere un sistema de alerta temprana basado en IoT, que monitoree la actividad y las precipitaciones en zonas estratégicas cercanas a Villavicencio y notifique a los habitantes en zonas de riesgo mediante el uso de webhooks orquestados con n8n para el envío de mensajes instantáneos a través de Telegram o WhatsApp, con el fin de tomar medidas preventivas y minimizar los daños en gran medida.

Objetivos específicos

- **Diseñar** estaciones de simulación de monitoreo, microcontroladores y sistemas de comunicación de largo alcance.
- **Establecer** una plataforma central que reciba, procese y analice los datos en tiempo real.
- **Configurar** flujos de trabajo automatizados en n8n que integren APIs de mensajería (Telegram/WhatsApp) para distribuir las alertas de manera inmediata según los parámetros del análisis.

Marco referencial

Marco teórico

Internet de las Cosas (IoT)

El Internet de las Cosas (IoT) se refiere a la red de objetos físicos o "cosas" que están equipados con sensores, software y otras tecnologías con el propósito de conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Estos dispositivos van desde objetos domésticos cotidianos hasta sofisticadas herramientas industriales. La expansión de IoT se fundamenta en la convergencia de varias tecnologías, incluyendo la computación ubicua, los sensores de bajo costo, las redes de comunicación y el análisis de datos masivos. Hassan (2018)

.Net

Es una plataforma de desarrollo de software creada por Microsoft, compuesta por herramientas, lenguajes de programación y bibliotecas para construir diferentes tipos de aplicaciones. Las versiones más recientes son de código abierto y multiplataforma, lo que permite su ejecución en diversos sistemas operativos, sirviendo como base sólida para servicios de backend. Troelsen y Japikse (2022)

LoRa (Long Range)

Es una tecnología de comunicación inalámbrica de bajo consumo y largo alcance, ideal para aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT). Una antena LoRa es un componente esencial diseñado para transmitir y recibir señales LoRa, permitiendo la comunicación a largas distancias con un consumo mínimo de energía. La tecnología LoRa utiliza una técnica de modulación de espectro ensanchado llamada Chirp Spread Spectrum (CSS). Esta técnica distribuye la señal a través de una banda de frecuencia amplia, lo que resulta en una excelente sensibilidad del receptor y robustez contra interferencias. Las antenas LoRa operan en frecuencias sub-GHz, como 433 MHz, 868 MHz (Europa) y 915 MHz (EE. UU.). El alcance de la comunicación LoRa puede ser de varios kilómetros y se ve afectado por

factores como la calidad de la antena, la potencia de transmisión, los obstáculos en el entorno y la velocidad de datos.Ojo (2021)



Figura 1

Modulo lora

Arduino mega

El Arduino Mega es una placa de microcontrolador basada en el ATmega2560. Es una opción popular para proyectos que requieren una mayor cantidad de pines de entrada/salida (GPIO) y más memoria en comparación con otras placas Arduino como el Arduino Uno.

Algunas características adicionales de este microcontrolador son las siguientes:

- 54 pines de los cuales 15 se pueden usar como salidas PWM
- 16 entradas analógicas
- memoria flash de 256kb
- SRAM de 8KB
- EEPROM de 4KB

- Velocidad de reloj de 16 MHz



Figura 2

Arduino Mega

ESP32

El ESP32 es una serie de microcontroladores de bajo costo y bajo consumo de energía desarrollados por Espressif Systems. Se caracteriza por integrar conectividad Wi-Fi y Bluetooth, lo que lo convierte en una opción muy popular para proyectos de IoT. El ESP32 es el sucesor del ESP8266 y viene con características mejoradas como un procesador de doble núcleo, más pines GPIO y soporte para Bluetooth. Kurniawan (2019)

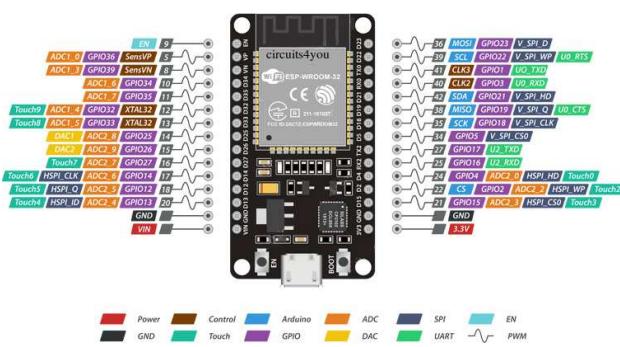


Figura 3

Esp 32

n8n y Webhooks

n8n es una plataforma de automatización de flujos de trabajo de código abierto diseñada para interconectar diferentes aplicaciones y servicios mediante nodos. Su arquitectura basada en nodos permite recibir datos, procesarlos y enviarlos a otros servicios sin necesidad de código complejo.

Un Webhook es un método que permite a una aplicación proporcionar información en tiempo real a otras aplicaciones. A diferencia de las APIs tradicionales donde se debe solicitar información (polling), los webhooks envían los datos automáticamente cuando ocurre un evento. En este proyecto, n8n utiliza webhooks para recibir la data de los sensores y activar los disparadores de mensajería hacia Telegram o WhatsApp de forma instantánea. Pant (2023)

APIs de Mensajería (Telegram/WhatsApp)

Para la difusión de alertas se utilizan las interfaces de programación de aplicaciones (API) de plataformas de mensajería masiva.

- ****Telegram Bot API:**** Permite crear bots que interactúan con usuarios o grupos. Es ideal para sistemas de alerta debido a su gratuidad, facilidad de integración mediante peticiones HTTP y soporte nativo en herramientas como n8n.
- ****WhatsApp Business API:**** Permite a las empresas y sistemas comunicarse con clientes a gran escala, garantizando una alta tasa de lectura dado el uso extendido de la aplicación en la población.

Metodología Scrum

Scrum es una metodología ágil que se usa para organizar y gestionar proyectos de software. Se basa en trabajo en equipo, entregas rápidas y mejora continua, dividiendo el desarrollo en ciclos cortos llamados sprints (generalmente de 1 a 4 semanas).

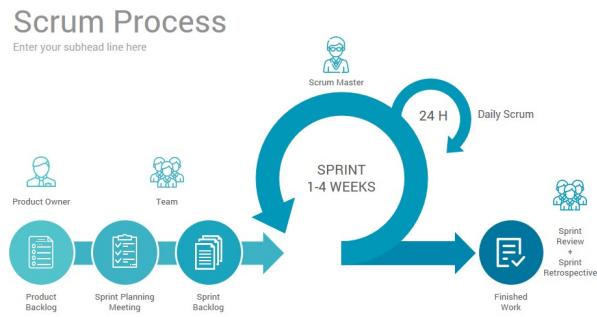


Figura 4

Metodología Scrum

Marco legal

Ley Estatutaria 1581 de 2012

Es la ley general de protección de datos personales en Colombia. Establece los principios, derechos, deberes y procedimientos para el tratamiento de datos personales, relevante para el manejo de números telefónicos o IDs de usuarios en las plataformas de mensajería.

Resolución 105 de 2020 de la ANE

Esta resolución actualiza y compila el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencia (CNABF) y establece las condiciones técnicas para el uso de bandas de frecuencia de uso libre en Colombia.

Metodología Ingenieril

Requerimientos

Requerimientos funcionales

- RF-001: El nodo sensor debe ser capaz de leer datos de lluvia con precisión.
- RF-002: Los nodos sensores deben transmitir los paquetes de datos recolectados utilizando el protocolo LoRa.
- RF-003: El gateway debe reenviar los datos recibidos al servicio de backend (n8n) a través de una conexión a Internet.
- RF-004: La plataforma n8n debe recibir los datos del gateway mediante un Webhook y validar que el formato del paquete sea correcto.
- RF-005: La plataforma n8n integrará los servicios de mensajería (Telegram/WhatsApp) para el envío automático de alertas a los destinatarios configurados.

Requerimientos no funcionales

- RNF-001: La latencia total desde la captura del dato en el sensor hasta la recepción de la notificación en el celular del usuario no debe superar los 60 segundos.

- RNF-002: El sistema debe cumplir con la Ley 1581 de 2012 de Colombia sobre la protección de datos personales (números de teléfono y Chat IDs).
- RNF-003: El backend y los flujos de automatización deben tener una disponibilidad del 99.5 %.

Modelado



Figura 5

Diagrama de arquitectura

Conclusiones

Este proyecto ha demostrado exitosamente la viabilidad de un sistema de monitoreo ambiental inteligente en Villavicencio. La sustitución de aplicaciones móviles tradicionales por un sistema basado en **webhooks y mensajería instantánea (Telegram/WhatsApp)** reduce las barreras de entrada para los usuarios finales, ya que no requieren instalar software adicional. El uso de tecnologías como IoT, LoRaWAN y n8n garantiza una arquitectura modular, sostenible y de bajo costo, estableciendo un sistema replicable para su expansión a otras ciudades de Colombia y facilitando una gestión ambiental proactiva.

Referencias

- Hassan, Q. F. (2018). *The Internet of Things: From Theory to Practice*. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor Francis Group.
- Kurniawan, A. (2019). *IoT projects with ESP32: Build exciting and powerful IoT projects using the ESP32*. Birmingham, UK: Packt Publishing.
- Ojo, K. S. (2021). *Practical internet of things with LoRa*. Berkeley, CA: Apress.
- Pant, T. (2023). *Workflow automation with n8n*. Birmingham, UK: Packt Publishing.
- Troelsen, A., y Japikse, P. (2022). *Pro C 10 with .NET 6: Foundational principles and practices in programming* (11th ed ed.). Berkeley, CA: Apress.