

Diseño de un sistema de telemetría para prevención del riesgo ante el aumento de caudal del río chorrera del municipio de Junín Cundinamarca

Ana Valentina Velasquez Obando

Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Programa de Ingeniería de Telecomunicaciones
Bogotá, Colombia
01 de agosto de 2021

Sistema de telemetría para alertas tempranas

Diseño de un sistema de telemetría para prevención del riesgo ante el aumento de caudal del río chorrera del municipio de Junín Cundinamarca.

Ana valentina Velásquez Obando

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Ingeniera de telecomunicaciones

Director (a): Francisco Javier Hilarion Novoa

Nombre Del Asesor De Trabajo De Grado

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Programa de Ingeniería de telecomunicaciones

Bogotá, Colombia

01 agosto de 2021

Declaración de derechos de propiedad intelectual

Los autores de la presente propuesta manifestamos que conocemos el contenido del Acuerdo 06 de 2008, Estatuto de Propiedad Intelectual de la UNAD, Artículo 39 referente a la cesión voluntaria y libre de los derechos de propiedad intelectual de los productos generados a partir de la presente propuesta. Asimismo, conocemos el contenido del Artículo 40 del mismo Acuerdo, relacionado con la autorización de uso del trabajo para fines de consulta y mención en los catálogos bibliográficos de la UNAD.

*El mundo que hemos creado es
Un proceso de nuestro pensamiento.
No se puede cambiar sin cambiar
Nuestra forma de pensar.*

Albert Einstein.

Agradecimientos

Primeramente, que todo agradezco a Dios, por la fortaleza que me brindo durante el desarrollo de esta etapa.

También expreso mis agradecimientos a mi familia, que estuvieron en todo momento para apoyarme y darme la oportunidad de poder formarme, por su apoyo económico y emocional. A mi director de proyecto Ing. Francisco Javier Hilarion, por su asesoría y acompañamiento en el trabajo de grado. Y a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por permitirme formarme como ingeniera de telecomunicaciones.

Resumen

El presente trabajo de grado tiene como propósito diseñar una alternativa de un sistema de alerta temprana que monitoree el caudal del río Chorrera del municipio de Junín Cundinamarca en tiempo real con el fin de mitigar el impacto de los desastres ocasionados por las crecientes y desbordamientos del afluente.

Esta propuesta surge como respuesta a la problemática ambiental que ha tenido consecuencias en el aspecto social y económico de los habitantes aledaños a la cuenca del río Chorrera, ya que durante la temporada de lluvias los ríos y pequeñas cuencas crecen inesperadamente, generando en algunas ocasiones deslizamientos, avalanchas, poniendo en riesgo a los habitantes y obstruyendo las vías.

Lo que se busca con este proyecto es proponer una opción de medición del caudal en el río Chorrera, a través de herramientas de hardware y software, que transmitan de forma inalámbrica los datos obtenidos del caudal, a un receptor ubicado en la zona a alertar en este caso podría ser el presidente de junta de acción comunal ya que es el encargado de mantener a la población informada, de igual manera a la entidad encargada de los desastres naturales; y así poder tomar medidas con respecto a los datos obtenidos de alerta y monitoreo.

Palabras claves: herramientas, monitoreo, caudal, base de datos, sensores.

Abstract

The purpose of this degree work is to design an early warning system that monitors the flow of the chorrera river in the municipality of Junín Cundinamarca in real time in order to mitigate the impact of disasters caused by the rising and overflowing of the tributary.

This proposal arises as a response to the environmental problem that has had repercussions on the social and economic aspect of the inhabitants near the chorrera river basin, since during the rainy season the rivers and small basins grow unexpectedly, sometimes generating landslides, avalanches, putting the inhabitants at risk and obstructing the roads.

What is sought with this project is to propose an alternative for measuring the flow in the chorrera river, through hardware and software tools, that transmits the information wirelessly to a receiver located directly in the community that requires this alert service. and monitoring, this will allow access to a station in this area that constantly indicates the level of the river, in this way users have the possibility to decide what measures to take with respect to the information received.

Keywords: tools, monitoring, flow, database, sensors.

Contenido

Introducción	14
Planteamiento del problema	15
Justificación	18
Objetivos	20
3. Objetivo General	20
3.1 Objetivos Específicos	20
Marco referencial	21
4.0 Marco conceptual	21
4.1 Marco teórico	25
4.1.1 Unidad Central de Procesamiento	32
4.1.2 Sistemas de alarma.	34
4.1.3 Alerta de niveles del rio	36
Alerta Verde.....	36
Alerta Naranja	36
Alerta Roja.....	37
4.2. Antecedentes	37
4.3 Marco legal y normativo	42
Diseño Metodológico	46
4.4 Tipo de investigación	46
4.4.1 Población:	47
4.4.2 Muestra	47
4.5 Fases de Desarrollo	48
requerimientos del prototipo a diseñar	48
4.5.1 Levantamiento de información:	48
4.6 Diseño del sistema:	50
4.6.1 Métricas	51
Fuente: Autor	51
4.6.2 Función del prototipo	51
Diagrama de flujo 1 (Emisor)	52
Diagrama de flujo 2 (receptor)	53
4.6.3 Diagrama de bloques	55
4.7 Desarrollo del Sistema:	55
Simulación bloque 1 (emisor)	70

Simulación bloque 2 (receptor)	71
Consumo en el Bloque 2 (receptor)	72
4.7.7 Costos del proyecto	73
<i>Fuente: Autor</i>	73
4.8 Pruebas del Sistema:	73
4.8.1 Ubicación	73
4.8.2 Simulación	75
4.8.3 Comandos AT utilizados	78
Resultados y Análisis	79
Resultados	80
Conclusiones y Recomendaciones	81
Conclusiones	81
Recomendaciones	82
BIBLIOGRAFÍA	83
Anexos	87
Anexo A: Anexos entrevista	87
Anexo B: Anexos código Arduino	93
Anexo C: Anexo imágenes	104
Anexo D: Anexo video	114

Lista de Figuras

Figura 1: Causa y Efecto.....	15
Figura 2: tipos de sensores	25
Figura 3: sensor capacitivo	27
Figura 4: Modulo Xbee - Pro XSC.....	29
Figura 5: Modulo Xbee-Pro-900	30
Figura 6: Cuestionario Google Forms	49
Figura 7: Sistema de alerta temprana	51
Figura 8: Diagrama de flujo 1	53
Figura 9: Diagrama de flujo 2	54
Figura 10: Diagrama de bloques	55
Figura 11: Arduino UNO.....	56
Figura 12: Sensor HC -SR04	58
Figura 13:Modulo Micro-SD adapter	61
Figura 14: M95 Shield Arduino.....	62
Figura 15: Características M95	63
Figura 16: Plug de audio	63
Figura 17: Características Buzzer	68
Figura 18: Buzzer activo.....	68
Figura 19: Batería 6v autosostenible.....	69
Figura 20: Simulación proteus transmisor.....	70
Figura 21: Simulación circuito receptor	71
Figura 22: Rio chorrera	74
Figura 23: Ubicación del sensor.....	74
Figura 24: Simulación alerta con leds buzzer.....	75
Figura 25: Codigo simulacion alarma	75
Figura 26: Simulación sensor ultrasónico-alerta verde.....	76
Figura 27: Distancia a la que se encuentra el objeto del sensor	76
Figura 28: sensor ultrasónico - alerta naranja.....	76
Figura 29: Alerta roja - activación Buzzer.....	77
Figura 30: Prototipo diseñado	80
Figura 31: Porcentaje respuestas encuesta	87
Figura 32: Porcentaje respuestas pregunta 2	88
Figura 33: Porcentaje respuestas pregunta 3	88
Figura 34: porcentaje de las respuestas pregunta 4	88
Figura 35:respuestas a preguntas abiertas	89
Figura 36: porcentaje de las respuestas pregunta 6	89
Figura 37:Porcentaje respuestas pregunta 7	90
Figura 38: porcentaje respuestas pregunta 8.....	90
Figura 39: respuesta pregunta abierta 9	91
Figura 40: respuestas a pregunta abierta 10.....	91
Figura 41: respuestas pregunta abierta 11.....	92
Figura 42: Primer montaje con el módulo GSM SIM800L	105
Figura 43: Segundo Montaje tarjeta M95	106
Figura 44: Montaje diseño del prototipo	106

Figura 45: Montaje tarjeta M95, batería y sensor ultrasónico.....	107
Figura 46: prototipo sistema de alerta temprana.....	107
Figura 47: Pruebas funcionamiento.....	108
Figura 48: Prueba de sonido.....	108
Figura 49: pruebas de sonido mediante manos libres.....	109
Figura 50: evidencia montaje prototipo.....	109
Figura 51: Evidencia 2 montaje prototipo.....	110
Figura 52: Montaje completo del prototipo.....	110
Figura 53: Alerta verde.....	111
Figura 54: Alerta naranja.....	111
Figura 55: Alerta roja.....	112
Figura 56: montaje sistema de alerta temprana.....	112
Figura 57: receptor de la señal emitida.....	113
Figura 58: Mensaje alerta caudal del rio.....	113
Figura 59: Alerta caudal del rio llamada.....	114

Lista de Tablas

Tabla 1: Métricas.....	51
Tabla 2: Conexión Micro SD	61
Tabla 3: Comandos AT	67
Tabla 4: Consumo bloque transmisor.....	71
Tabla 5: Consumo en el bloque receptor	72
Tabla 6: Costos	73

Lista de Ecuaciones

Ecuación 1: tamaño de la muestra 48

Lista de Anexos

Anexo A: ANEXOS ENTREVISTA.....	87
Anexo B: ANEXOS CODIGO ARDUINO	93
Anexo C: ANEXO IMÁGENES.....	104
Anexo D: ANEXOVIDEO.....	102

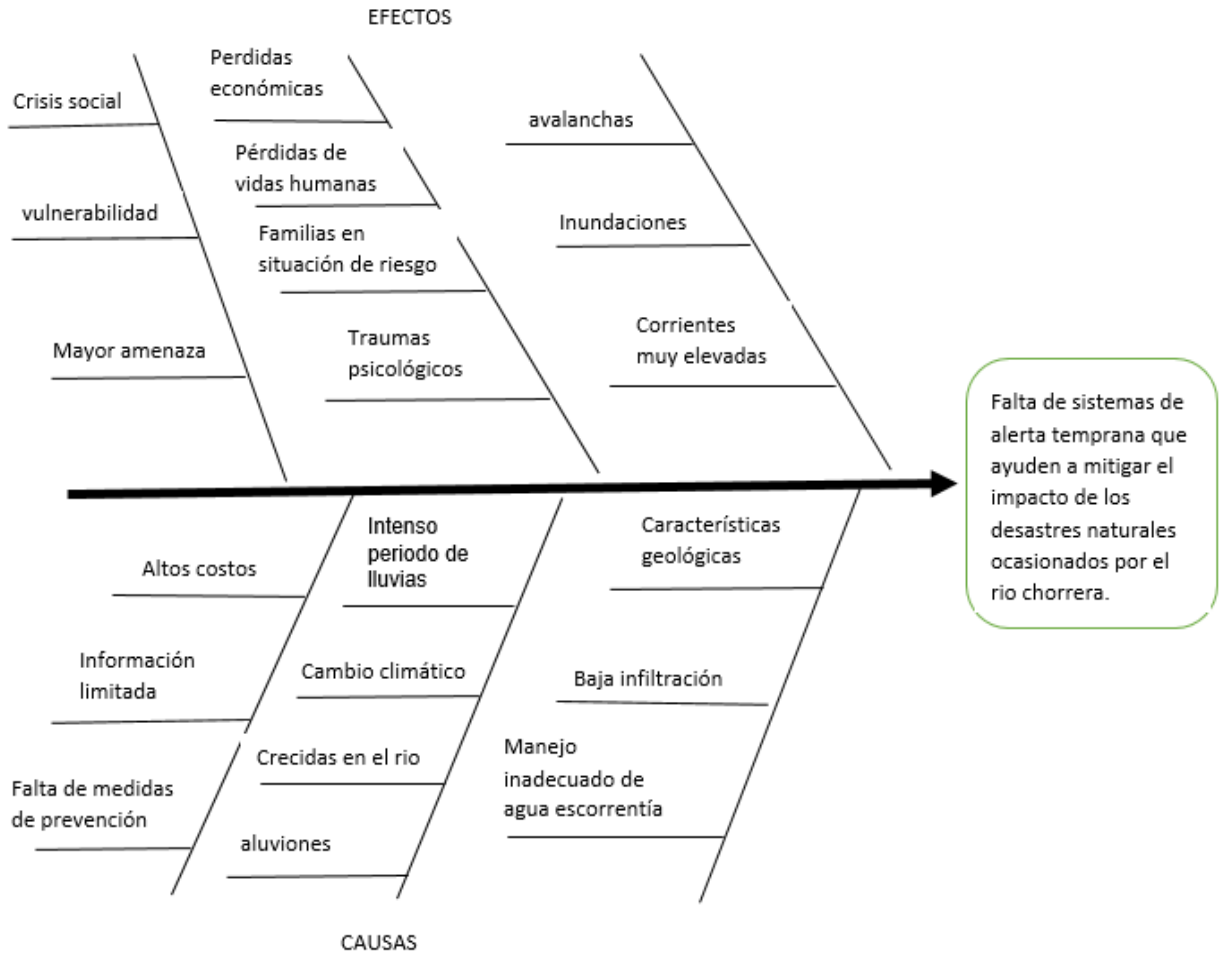
Introducción

En la región del Guavio los fenómenos hidrológicos afectan a su población, debido a las fuertes lluvias los ríos y pequeñas cuencas crecen inesperadamente, generando en algunas ocasiones deslizamientos, avalanchas, o inundaciones. Por esta razón, se requiere implementar estaciones que detecten automáticamente estos fenómenos y que alertan remotamente al centro de monitoreo ante cualquier emergencia. Con este proyecto de grado, se busca proponer una alternativa de medición del caudal en el río chorrera, que remita la información de forma inalámbrica a un receptor ubicado directamente en la comunidad que se ve más afectada por estos fenómenos naturales, que en este caso teniendo en cuenta el recorrido del río chorrera sería la zona riverense de puente licio. Este sistema de alerta y monitoreo permitirá tener información constantemente del nivel del río por medio de las alarmas que se establecieron donde tenemos la alerta verde, naranja y roja.

Planteamiento del problema

Figura 1.

Causa y Efecto



Fuente: Propia

Existen diferentes riesgos en la región del Guavio municipio de Junín, asociados con fenómenos de origen hidrometeoro lógico, geológico, tecnológico, y de origen humano no intencional. El Municipio de Junín Cundinamarca se considera como una reserva hídrica con bastante agua afluyente en ríos, quebradas, y nacederos; lo que origina deterioro en las vías, problemas de erosión, y deslizamientos de tierra. Obteniendo una mayor amenaza, generando crisis social y traumas psicológicos a familias en situación

de riesgo.

De acuerdo a lo anterior la problemática en la cual se apoya el proyecto es de origen hidrometeorológico del río Chorrera; En los últimos años el cambio climático ha afectado diversas partes del mundo tanto en la época de verano, como la de invierno ya que se incrementó el periodo de lluvias ocasionando riesgos por: Inundaciones, avenidas torrenciales, crecientes súbitas o aluviones y deslizamientos poniendo en riesgo a los habitantes y obstruyendo las vías, lo cual impacta negativamente en la economía de la zona; afectando a la población aledaña al río, la zona ribereña de puente liso y también la vía Junín valle - San Francisco.

La amenaza está presente en la posibilidad de que haya inundaciones en zonas de baja pendiente como algunas veces ha ocurrido; avalanchas o crecientes repentinas en las fuentes hídricas del municipio, en periodos de invierno, que por su magnitud puedan generar afectaciones a la población, sus bienes o la infraestructura pública (como vías, acueductos o redes de energía). Por lo tanto, la amenaza y vulnerabilidad será mayor mientras no se cuente con un sistema de alerta temprana que ayude a mitigar los efectos que pueda ocasionar el cambio climático.

La administración Municipal del periodo 2008-2011 permitió la construcción de sitios turísticos en las márgenes del río Guavio, para ser más preciso en el sector de La Rivera. Lo cual también encontramos en puente liso sector la vega, familias que se encuentran en situación de riesgo; viviendas, cultivos, y actividades humanas en ronda del río. Por lo tanto, la vulnerabilidad será mayor mientras no se cuente con un sistema de alerta temprana que monitoree el caudal de las fuentes hídricas. (Desastres, Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo, 2012)

Sistema de telemetría para alertas tempranas

En la temporada invernal del 23 de marzo del año 2013 se generó una creciente súbita del río Guavio, género en la comunidad riverense trauma psicológico por el temor de inundación avalancha y pérdida del patrimonio económico, sin embargo, no se presentó pérdidas solo afectación al suelo y pérdida de material vegetal. (Desastres, Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo, 2012)

¿Cómo mitigar el riesgo ante aumento del caudal del río chorrera en sus sectores aledaños, del municipio de Junín Cundinamarca?

Justificación

Se observa que en las zonas del Guavio donde hay pequeñas cuencas, aun no se cuenta con un equipo eficiente que realice acciones de alerta temprana y monitoreo en tiempo real del nivel y el caudal de los ríos.

El sistema de alerta de información proporciona datos sobre el comportamiento y el flujo del río a lo largo del tiempo y envía la información a los sistemas de telemetría para notificar a los residentes y al personal responsable de los cambios. El monitoreo y la vigilancia son muy útiles y útiles para prevenir desastres meteorológicos en beneficio de la población y las instituciones responsables de los riesgos y desastres. (Damman G., 2008).

Aporte a lo disciplinar: El desarrollo del presente proyecto tiene como finalidad la implementación de la telemetría y el uso de tecnologías apropiadas para lograr una buena transmisión de información del comportamiento del nivel río chorrera, y así poder alertar a la población vulnerable de una posible inundación, avalancha, o corrientes elevadas.

Aporte a lo social: El sistema que se quiere desarrollar, realizara acciones de alerta temprana y monitoreo del comportamiento del nivel del río chorrera en tiempo real y así poder mitigar el riesgo, dirigida a disminuir los daños y pérdidas que se puedan presentar. Este proyecto alertaría a las comunidades ubicadas en zonas ribereñas y todos los interesados sobre la tendencia en las inundaciones de los ríos y las sequias, brindando la oportunidad de tomar medidas preventivas.

Sistema de telemetría para alertas tempranas

Igualmente, también contribuiría con la sociedad, ya que se busca reducir los costos, implementando un prototipo de bajo costo, y que sea accesible para los organismos de prevención de desastres de la región del Guavio.

Aporte institucional: Por medio de este proyecto, se puede demostrar el conocimiento y práctica adquirida a través del tiempo de formación en la universidad y fuera de ella y así poder compartir los conocimientos con la comunidad de Junín Cundinamarca y sus alrededores.

Objetivos

3. Objetivo General

Diseñar un sistema de Telemetría a través de herramientas de hardware y software para la prevención de riesgos ante inundaciones en las zonas ribereñas del río chorrera.

3.1 Objetivos Específicos

- Analizar la problemática a través de levantamiento de información con el fin de definir los requisitos del prototipo a diseñar.
- Identificar los componentes del sistema de telemetría a diseñar, a través de diagramas de bloques con el fin de establecer el software y hardware necesario para el desarrollo del prototipo.
- Desarrollar el prototipo de telemetría a través de las herramientas de hardware y software con el fin de dar solución a los requerimientos establecidos.

Marco referencial

4.0 Marco conceptual

Nivel: Según el Protocolo de monitoreo y seguridad (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, IDEAM, 2007), Se indica como nivel del agua en una corriente o en un cuerpo de agua, a la elevación del agua en un punto particular, conectado topográficamente a un origen de referencia identificado con una cota arbitraria o al nivel medio del mar. Estos datos se pueden utilizar para proporcionar una alerta temprana de inundaciones y sequías de acuerdo con los valores del nivel del río.

Prevención de riesgo: Las acciones e intervenciones limitadas o agresivas se preparan con anticipación para prevenir el desarrollo de riesgos. Puede concentrarse en garantizar que las amenazas o exposiciones y vulnerabilidades a las mismas se eviten o neutralicen para evitar que surjan nuevos riesgos. Se consideran precauciones importantes en la planificación, las inversiones públicas y la gestión ambiental del territorio y tienen como objetivo regular el uso y ocupación segura y sostenible del suelo. (Secretaría Jurídica Distrital, 2012)

Cambio climático: Un cambio estadísticamente significativo en el clima promedio o su variabilidad. Dura mucho tiempo (generalmente décadas o más). El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o cambios externos forzados, o a

cambios antropogénicos persistentes en la composición atmosférica o el uso de la tierra. (Secretaría Jurídica Distrital, 2012).

Telemetría: La telemetría es una tecnología de comunicación automatizada que utiliza mediciones y recopilaciones de datos realizadas en ubicaciones remotas o de transmisión con fines de vigilancia. Esta tecnología fue originalmente un sistema de transmisión utilizado para cables, pero ahora utiliza transmisión inalámbrica. Las aplicaciones más importantes de la telemetría incluyen la recopilación de datos meteorológicos, el monitoreo de centrales eléctricas y el monitoreo de vuelos tripulados y no tripulados. Los sistemas de telemetría generalmente consisten en transductores tales como dispositivos de entrada, medios de transmisión en forma de cables u ondas de radio, dispositivos de procesamiento de señales y dispositivos de grabación o visualización de datos. (Ruesca, 2016)

Métodos de adquisición y transmisión de datos: El método más simple y más utilizado en Colombia es la recopilación de datos utilizando dispositivos que dependen del observador, como flotadores, transductores y medidores de nivel, que son muy baratos e inexactos. Estas lecturas se toman a horas fijas del día y las establece o normaliza la OMM8.

Si se requiere más precisión en la medición se utiliza equipos automáticos mecánicos o digitales cuyo funcionamiento es tomar datos para relacionar hora y nivel. Estos métodos se pueden clasificar de la siguiente manera (Hernández Vidal, 2011)

Sistema de telemetría para alertas tempranas

Manual: El personal encargado de recolectar la información se dirige hasta el dispositivo a medir el nivel instantáneo a una hora determinada.

Semiautomática: El dispositivo en un tiempo determinado registra el nivel del río; y el personal encargado solo va a recoger los datos en una memoria o un rollo de papel.

Automática: el dispositivo registra y envía los datos del nivel del río cada cierto tiempo a través de un medio de comunicación.

Sistema eléctrico de comunicaciones: Utiliza dispositivos eléctricos, electromagnéticos, ópticos o una combinación de estos para enviar información desde donde se produce hasta donde se utiliza. Para que la información sea transmitida por los sistemas de comunicación electrónica, la información debe convertirse de su forma física original en energía eléctrica. En esta forma de energía, la información se llama señal y la conversión transducción. (Perez, 2010).

Sistemas de alerta temprana: Estos son dispositivos que advierten de manera proactiva de posibles eventos humanos o naturales que pueden interactuar con vulnerabilidades y causar desastres. La implicación es advertir para evitar desastres y sus consecuencias. (OCHARAN, 2007)

Gestión de la información: La gestión de la información (GI) es el nombre de un conjunto de procesos en los que el ciclo de vida de la información se controla desde la

adquisición (por creación o adquisición) hasta el procesamiento final. Estos procesos también incluyen la extracción, combinación, mejora y distribución de información a las partes interesadas. El propósito de la gestión de la información es garantizar la integridad, disponibilidad y confidencialidad de la información. (AREITIO, 2008)

Seguridad de la información: Este es un proceso que integra cada vez más elementos como tecnología, gestión, recursos humanos, economía, comercio, derecho y cumplimiento. Incluye no solo los aspectos de TI y telecomunicaciones, sino también los aspectos físicos, ambientales y humanos. (AREITIO, 2008)

Integridad de la Información: Es responsable de garantizar la seguridad de sus datos, ya que las pérdidas pueden tener un impacto significativo en la privacidad. (Aguilera López, 2010) garantiza que la integridad "de los datos en el sistema no ha sido modificada o corrompida por una persona o entidad no autorizada y que el contenido del mensaje recibido es correcto".

Autenticidad de la información: permite asegurar que las entidades humanas y maquinas se puedan reconocer y sean las que dicen ser. . (AREITIO, 2008).

Sensores: Es un dispositivo de entrada más utilizado en los sistemas de medición actuales, y transmite señales eléctricas tanto analógicas como digitales. Los sensores se pueden categorizar de diferentes formas, pero las más comunes son el tipo de variable a medir o el principio de transmisión utilizado. (G, RAMIREZ, S, JIMENEZ, & CARREÑO, Sensores y actuadores).

Microcontroladores

Sistema de telemetría para alertas tempranas

Es un circuito integrado o chip que se caracteriza por ser programable (es decir, un dispositivo electrónico que integra muchos componentes en un solo paquete). Es decir, puede ejecutar automáticamente un conjunto de instrucciones previamente definidas.

En la figura anterior, que representa un sistema electrónico, el microcontrolador es el componente principal del circuito de procesamiento y control. (TORRENTE & ARTERO, Arduino. curso practico de informacion)

4.1 Marco teórico

Medición del nivel líquido:

Se cuenta con gran variedad de sensores para todo tipo de necesidades, en la figura 2 se muestran los tipos de sensores más utilizados en la medición de nivel de los ríos.

Figura 2.

Tipos de sensores



FUENTE: (Zanini, 2010)

Sensor por Desplazamiento (flotador): según (IIMPI, 2012) consiste en flotadores en

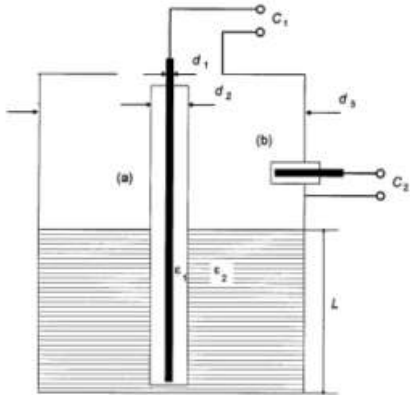
contacto con el líquido y conectados al exterior del tanque, indicando el nivel directamente en la escala ascendente. La precisión del instrumento del flotador es del 0,5%. Son adecuados para medir el nivel de tanques plegables bajo presión o al vacío y son independientes de la densidad del líquido. Por el contrario, los flotadores pueden obstruir las tuberías de guía porque pueden existir depósitos sólidos o cristalinos que pueden estar contenidos en el líquido, incluso las tuberías de guía muy largas tienen ondas repentinas o repentinas en la superficie del líquido. dañado por las fuertes olas que golpean el estanque.

Sensor Capacitivo

Se basa en una medición de la variación en la capacidad de un condensador cuando el medio dieléctrico entre las placas cambia "(IIMPI, 2012). Medida de la capacidad de un condensador formado por un electrodo sumergido en un líquido y una pared del tanque el volumen de grupo depende linealmente del nivel de líquido del líquidos no conductores, electrodos ordinarios se utilizan y la capacidad total del sistema incluye líquidos, los mejores gases y conexiones superiores.

Figura 3.

Sensor capacitivo



Fuente: (IIMPI, 2012)

Sensor Ultrasónico

El sensor ultrasónico emite pulsos ultrasónicos en la superficie reflectante y en su recepción del eco en el receptor. El retraso en la adquisición del eco depende del nivel del estanque. (IIMPI, 2012).

El sensor opera a una frecuencia de 20 KHz. Sus ondas se propagan a través de gas o vapor con atenuación y se reflejan en la superficie de un sólido o líquido.

Conductímetro

Según (IIMPI, 2012), consta de uno o más electrodos y un relé eléctrico o electrónico que se excita cuando el líquido toca estos electrodos. El líquido debe ser suficientemente conductor para excitar el circuito electrónico, y de esta manera el dispositivo distingue la separación entre el líquido y su vapor, por ejemplo, al nivel del agua de una lata de una caldera. Impedancia mínima del orden de $20 \text{ M}\Omega / \text{cm}$, con tensión de alimentación AC para evitar la oxidación de la sonda por electrólisis. Cuando

el líquido moja los electrodos, el circuito electrónico se cierra y circula una corriente de seguridad de aproximadamente 2 mA. Los relés electrónicos tienen una temporización que evita su participación en caso de ondas superficiales o perturbaciones transitorias, de lo contrario, dos electrodos ligeramente espaciados se enclavan eléctricamente en el circuito colocado.

Este dispositivo se utiliza como señalización o control de alto y bajo nivel, mediante relés eléctricos para líquidos con buena conductividad y relés electrónicos para líquidos con baja conductividad.

Sensor de Radar

La tecnología de radar ofrece grandes ventajas en la medición de nivel. La tecnología sin contacto y el funcionamiento de alta frecuencia (GHz) requieren poco mantenimiento, lo que convierte al radar en una opción rentable. La tecnología de radar es ideal para aplicaciones de medición de nivel de líquidos, lodos, lodos, molienda y sólidos. 30 este aparato no se ve afectado por el polvo, la presión, la viscosidad, el vacío, las burbujas y la humedad.

Comunicación

Además, debe tener en cuenta que el dispositivo se colocará en una ubicación remota. Por lo tanto, debe utilizar una red inalámbrica. Toda esta información se recibe no solo en la estación de monitoreo, sino también en: Como se quiere advertir, la idea del proyecto se basa en la tarea de buscar otra forma de reemplazar este sistema, por lo que a excepción del satélite que usa, Necesitamos introducir un sistema de comunicación inalámbrica.

Radio frecuencia:

La transmisión de datos inalámbrica es más popular que nunca. En el campo de la electrónica, no se puede ignorar el enorme potencial de los campos especializados para resolver problemas técnicos. Para quienes se especializan en electrónica, la comunicación inalámbrica no solo es más agradable, conveniente, flexible, fácil de usar y muy económica, sino que también ofrece una amplia gama de posibilidades de proyectos.

En la integración de tecnologías para realizar la comunicación inalámbrica se podría utilizar los módulos:

- ✓ **XBee Pro 900 XSC RPSMA:** Este módulo de RF es una solución inalámbrica de 900MHz diseñada para un alcance máximo en el mismo paquete XBee. Este módulo puede establecer comunicación punto a punto, de igual a igual y de punto a multipunto.

Figura 4.

Modulo Xbee - Pro XSC



Fuente: **(MCI Electronics, 2009)**

El XBee-PRO XSC es ideal para soluciones RF donde la penetración y distancia de transmisión son requerimientos críticos de la aplicación. (MCI Electronics,2009)

- ✓ **XBee Pro 900 RPSMA:** Este módulo es ideal para aplicaciones punto a punto y punto a multi-punto de baja latencia. Es ideal para aplicaciones que requieren transmisión a

largas distancias.

Figura 5.

Modulo Xbee-Pro-900



Fuente: **(MCI Electronics, 2009)**

Es fácil de usar, utiliza los mismos conectores y es compatible con las soluciones de red DropIn desarrolladas por Digi, como adaptadores y puertas de enlace. Los módulos se pueden configurar mediante comandos AT.

Datalogger

Un registrador de datos que tiene una pluralidad de puertos de entrada tiene una biblioteca de protocolos de conversión de datos de entrada seleccionables predefinidos. Las entradas se pueden controlar individualmente en cuanto al tipo de conversión del sensor. Las velocidades de escritura de datos varían durante el período de registro, para garantizar que se registren todos los valores de datos críticos y que se mantenga la capacidad total de almacenamiento de datos del registrador de datos.

(Outram, 2015)

Arduino

Arduino es una plataforma de hardware gratuita que tiene un microcontrolador reprogramable y una serie de pines hembra, lo que hace que los sensores y varios actuadores sean muy simples. Puede iniciar sesión de cualquier forma. Cuando hablamos de placas de hardware, estamos hablando de PCB. PCB es una superficie

hecha de materiales no conductores. (TORRENTE & ARTERO, Arduino. curso practico de informacion)

Cómo funciona la Telemetría

Es una tecnología a través de la cual se puede realizar medición de magnitudes físicas y consecutivo el envío de la información suministrada al operador del sistema. Los sistemas de telemetría suelen funcionar mediante comunicación inalámbrica, y también pueden realizarse a través de otros medios, como teléfonos, redes informáticas y conexiones de fibra óptica. Su objetivo es permitir la medición de magnitudes físicas o químicas, comprender el estado de los procesos y sistemas, controlar de forma remota las operaciones, corregir errores y utilizar la información recopilada con fines de uso y beneficio. (MORTI & Ricardo, 2019)

C++

C++ lenguaje de programación diseñado por Bjarne Stroustrup en 1979. El propósito de su creación fue extenderlo al lenguaje de programación C. Para hacer esto, rediseñó C y amplió sus capacidades, pero mantuvo la más alta calidad, permitiendo a los programadores tener siempre control sobre su ejecución y velocidades más rápidas que no se pueden alcanzar en otros lenguajes. C tiene como objetivo guiar a C hacia un nuevo paradigma de clases y objetos. En este paradigma, la mejora de la comprensión humana se basa en la construcción de objetos que solo tienen características propias agrupadas en capas. Actualmente, existe un estándar llamado ISO C++, al que se adhieren la mayoría de los fabricantes de compiladores modernos. Una característica de C++ es la capacidad de redefinir operadores y crear nuevos tipos

que se comporten como el tipo subyacente. El nombre "C++" fue propuesto por primera vez por Rick Mascitti en 1983. En C++, la expresión "C++" significa "incremento de C" y se refiere al hecho de que C++ es una extensión de C. (MORTI & Ricardo, 2019)

4.1.1 Unidad Central de Procesamiento

Microcontroladores ATMEL.

Un gran microcontrolador AVR con un extenso conjunto de instrucciones (multiplicación y direccionamiento del programa principal) y 256 KB de memoria flash programable empaquetada a partir de dispositivos de 28-100 pines.

ATmega328P

- 32KB de memoria de programación
- Memoria EEPROM de 1KB
- Memoria SRAM de 2KB
- pines de salida y entrada 23
- Operación hasta 20MHz.
- 1 contador de 16 bits y otros de 8 bits
- USART serial programable, interfaz serial SPI
- 6 canales PWM
- 6 canales ADC de 10 bits
- Voltaje de 1.8 V a 5.5V
- Empaque angosto de 28-DIP

ATmega640 (Atmel Corporation, 2009)

- Microcontrolador con 64K de memoria Flash para programa
- 4K de memoria EEPROM
- 8K de memoria SRAM
- Operación hasta 16MHz
- 86 I/O programables
- 2 Contadores de 8 bits y 4 contador de 16 bits
- 4 USART serial programable
- interface serial SPI
- 4 canales PMW 8 bits y 12 canales PWM con resolución programable de 2 a 16 bits
- 8 canales ADC de 10 bits
- Voltaje de operación de 1.8V a 5.5V.
- Empaque TQFP 100 pines

Microcontroladores Microchip.

- PIC 16F877A
- Memoria Flash de 8K
- Memoria RAM 368 bytes
- Memoria EEPROM 256 bytes de
- 1 contador de 16 bits y 2 contadores de 8 bits
- 1 USART
- 2 canales PWM y 8 canales ADC de 10 bits

- Voltaje utilizado 2.0V a 5.5V
- Empaque QFN/ PDIP/ TQFP / PLCC
- 40/44 pines

4.1.2 Sistemas de alarma.

Columnas de señalización: Permite la observación remota y señala cualquier anomalía durante el funcionamiento del dispositivo. En caso de anomalía, la baliza se encenderá y el dispositivo inalámbrico GSM enviarán notificaciones de alarma por SMS a algunos teléfonos móviles. Esto minimiza el tiempo de monitoreo del dispositivo.

Ventajas:

- Selección de elementos de luz y sonido con diferentes funciones: iluminación permanente, estroboscópica, intermitente y omnidireccional, zumbador.
- Elemento luminoso LED de larga duración
- Diferentes colores: rojo, amarillo, verde, blanco o azul

Sonoras: Nos referimos a alarmas sonoras con aquellas que se puede alertar a la comunidad el peligro actual, en caso de que no esté una persona pendiente del mensaje de alerta o el medio al cual le llega la información.

Internet de las cosas

El Internet de las cosas (IoT) es un sistema interconectado que permite enviar datos a través de una red sin la implicación de a humano a humano o humano a computadora, esto es muy importante porque se extiende a los objetos. , Sensores y objetos

Sistema de telemetría para alertas tempranas

cotidianos que no todos se tienen en cuenta en las computadoras, va más allá de la capacidad de combinar datos con humanos, personas, procesos y objetos para asegurar que todo esto se logre. El enfoque principal de Internet de las cosas, que se está convirtiendo en una gran evolución cada vez más centrada en el ser humano, es a través de procesos avanzados de comunicación y análisis que facilitan a las personas el inicio de sus vidas, no solo en electrodomésticos, máquinas y objetos, sino también en la casa. y electricidad) se encuentran en rincones no utilizados donde puedes explorar y crecer cada vez más. (Ortiz, Internet de las cosas) (ORTIZ & ARAGON, El internet de las cosas)

Desarrollo web

(BRITO & Nacho)El desarrollo de aplicaciones web, denominado Model-View-Controller, o Modelo-vista-controlador. Este patrón decreta que los elementos de un sistema de software deben estructurarse en 3 capas según su función:

Modelo, o capa de datos: Representa y gestiona los datos procesados por la aplicación. En el caso más común, el objeto es responsable de leer y escribir la base de datos.

Vista, o capas de presentación: sus elementos se utilizan para mostrar al usuario el estado actual del modelo de datos y para representar las diversas acciones disponibles.

Capa de control: Tiene componentes que reciben comandos del usuario, administran aplicaciones de lógica empresarial en el modelo de datos y definen qué vistas mostrar.

Capa de servicios: encargada de implementar la lógica empresarial de la aplicación.

4.1.3 Alerta de niveles del río

Las alertas son herramientas de prevención y preparación, relacionadas con la información existente sobre la evolución del fenómeno y las actuaciones que deben emprender el comité de prevención de desastres para hacer frente a la situación que se llegue a presentar. (desastres, Universidad nacional para la gestión del riesgo de Desastres, 2014)

Las alertas hidrometeoro lógicas se clasifican de la siguiente manera:

Alerta Verde

La alerta verde es declarada cuando la duración e intensidad de las lluvias podrían causar desbordamiento en el río en los próximos días o semanas.

La operación que implica la acción descrita en la declaratoria de la alerta verde es:

- Reunir un Comité de Prevención y Atención de desastres.

Alerta Naranja

La alerta naranja es declarada cuando el nivel del río asciende y ahí lluvias prolongadas indicando la probabilidad de desbordamientos en las próximas horas.

La operación que implica la acción descrita en la declaratoria de alerta naranja es:

- Preparar a la comunidad en riesgo para una posible evacuación.

Alerta Roja

La alerta roja se anuncia cuando el nivel del río alcanza una altura crítica siendo inminente un desbordamiento, o avalancha.

Las acciones a las que se hace referencia en la declaración de alerta roja son:

Activar una alarma preestablecida.

- Asegurar y evacuar a la población.

4.2. Antecedentes

TITULO: Prototipo de un sistema electrónico de supervisión y alerta de inundaciones para el río frío ubicado en el municipio de Tabio Cundinamarca

AUTOR (ES): Juan Carlos Fonseca Giraldo

DESCRIPCION: En el municipio de Tabio Cundinamarca se encuentra el río frío, el cual presenta antecedentes de inundación en época de invierno, y carecen del apoyo técnico para monitorear los niveles y caudales en tiempo real para advertir a las personas vulnerables de posibles inundaciones. El prototipo integra sensores de nivel ultrasónicos, se comunica vía GPRS y establece conexiones TCP / IP con receptores ubicados directamente en la comunidad solicitando servicios de control y monitoreo para brindar información en la red móvil. Es importante resaltar que la red de alerta propuesta es parte de una serie de medidas encaminadas a mitigar los problemas que

surgen en el área de estudio y son causados principalmente por eventos y actividades de lluvia. (GIRALDO & FONSECA, 2015)

TITULO: Diseño de un sistema de alertas tempranas para medición de caudales instantáneos en la cuenca alta y media del río Ila en el municipio de la vega – Cundinamarca

AUTOR (ES): Karol Lorena Peña García, Omar Alexander García Mendivelso

DESCRIPCION: En Colombia, las mayores pérdidas económicas, de vidas humanas y sustanciales asociadas a los desastres naturales son causadas por fenómenos de origen hidrometeorológico. La falta de un control y red de monitoreo sobre las cuencas hidrográficas y el comportamiento de los ríos pueden provocar desastres en muchas ciudades y pueblos cercanos a los ríos en todo el país, ya que no pueden responder rápidamente cuando ocurren estos eventos. En el municipio de La Vega-Cundinamarca, los ríos Ila y Perucho son encargados de abastecer la fuente hídrica del acueducto municipal de la vega, siendo también este como el principal riesgo en el municipio. (Alcaldía de La Vega, 2008).

(PEÑA GARCIA & GARCIA MENDIVELSO, 2017)

TITULO: Sistemas de Alerta Temprana (S.A.T) para la Reducción del Riesgo de Inundaciones Súbitas y Fenómenos Atmosféricos en el Área Metropolitana de Barranquilla

AUTOR (ES): Melisa Andrea Acosta Coll

Sistema de telemetría para alertas tempranas

DESCRIPCION: En los últimos años, los efectos del cambio climático han incrementado la frecuencia de los fenómenos. La región del caribe colombiana es una de las regiones mas afectadas por inundaciones debido a las crecientes súbitas. La corporación universitaria de la costa desarrollo un programa de investigación en gestión integral del riesgo y adaptación al cambio climático, implementando un sistema de monitoreo y alertas que permitan la prevención de estos desastres, conllevando a que el impacto de estos desastres no afecte en su totalidad a esta región. (COLL & ACOSTA, 2013)

TITULO: Estado del arte de los sistemas de alerta temprana en Colombia

AUTOR (ES): Efraín Domínguez-Calle, Sergio Lozano-Báez

DESCRIPCION: El incremento de los desastres naturales en todo el mundo ha causado enormes pérdidas económicas, ambientales y humanas. Los Sistema de Alerta Temprana se desarrollaron como herramienta para mitigar los efectos de estos eventos altamente informativos. Entorno a esto, el trabajo actual tiene como objetivo revisar las referencias de publicaciones sobre este tema, haciendo énfasis en dos grandes desastres naturales: inundaciones y sequías. También se describe lo que es relevante para el sistema de alerta temprana de Colombia y algunas recomendaciones para mejorar su uso. (DOMINGUEZ CALLE & LOZANO BAEZ, 2014)

TITULO: Los Sistemas de Alerta Temprana, SAT, una herramienta para la prevención de desastres por inundación y efectos del cambio climático.

AUTOR (ES): Dalia Moreno, Édgar Quiñones & Luis Carlos Tovar

DESCRIPCION: La región del Caribe está expuesta regularmente al cambio climático debido a la formación de huracanes en el Mar Caribe. Y gran parte de la población que vive cerca de las zonas de inundación siendo estos vulnerables ante la temporada de lluvias anual que inunda algunas partes costeras. Por esta razón, se necesita un sistema capaz de predecir mucho antes de que ocurran eventos de riesgo por inundación, por medio del uso de sistemas de alerta temprana (SAT). Su metodología consiste en identificar fenómenos, evaluar que tan peligroso puede ser para el hombre y determinar el área de inundación; este sistema realiza toma de datos en tiempo real. (MORENO, QUIÑONES, & TOVAR, 2014)

TITULO: Sistema de Alerta Temprana de Inundaciones Aplicando un Modelamiento Hidrológico con HEC-HMS en el Río Culebras

AUTOR (ES): Pablo Ramírez Karin Katty

DESCRIPCION: El objetivo de este estudio es dar a conocer los sistemas de alerta temprana de inundaciones, y proponer un sistema de alerta contra inundaciones mediante un modelo hidrológico con HEC-HMS. La metodología mediante la cual se llevará a cabo el proyecto es descriptiva. El río al cual se le hará un estudio es el río culebras siendo su caudal pico de 95.5 m³/s y su diferencia de tiempo es de 7.05h. (Katty & RAMIREZ KARIN, 2019)

TITULO: Sistema de Alerta Temprana del área metropolitana del valle de Aburrá, Colombia.

AUTOR (ES): Jaime Enrique Gómez zapata

Sistema de telemetría para alertas tempranas

DESCRIPCION: En el valle de aburra existe alto índice de vulnerabilidad ante la ocurrencia de fenómenos naturales como movimiento de masa, cuenta con una población de 3,4 millones de habitantes. Los fenómenos de remoción de masa tienen diferentes causas, y ocurren durante eventos de precipitación y tiempos de lluvia. Debido a la topografía y el desarrollo urbano de Medellín, muchos afluentes del río Medellín han cambiado drásticamente. Como resultado de estos cambios y el asentamiento de la llanura aluvial, ha habido trágicas avalanchas e inundaciones que azotan a la gente casi todos los años en época de invierno. (Zapata)

TITULO: Sistema de monitoreo automático de ríos en las sierras de Córdoba

AUTOR (ES): Laura Colladon, Esteban Vélez

DESCRIPCION: Córdoba tiene una red de estaciones automatizadas para el monitoreo en tiempo real del cuse del río haciendo énfasis en la zona serrana. Esta red expande a otras cuencas y áreas, la ya existente en las Cuencas del Río San Antonio (CSA), parte del Río Cosquín y Mina Clavero. El propósito específico del sistema de monitoreo es medir las precipitaciones y los niveles de agua en el río. La recopilación continua de datos y la adecuada protección y gestión son fundamentales para la realización de las actividades hidrográficas

Estos sistemas de medición brindan a la comunidad las herramientas para manejar los riesgos (COLLADON & VELEZ, 2011)

TITULO: Sistema de monitoreo y alerta temprana ante aluviones

AUTOR (ES): Joaquín Ernesto Montoya Zúñiga

DESCRIPCION: En los últimos años Chile ha presentado muchos aluviones, trayendo como consecuencias desprendimiento de rocas y desbordamientos de ríos impactando directamente a la población. Los aluviones se caracterizan por sus flujos rápidos y violentos capaz de llevarse todo a su paso; haciendo necesario un sistema que alerte ante aluviones, este sistema consiste en un dispositivo con sensores para realizar las mediciones de las variables que inician un aluvión y así poder generar una alerta antes de que ocurra este desastre natural. (Zuñiga, 2018)

TITULO: Diseño e implementación de un Sistema de Alerta Temprana ante desborde de ríos utilizando la Red GSM

AUTOR (ES): Richard Junior Manuel Godínez Tello

DESCRIPCION: En Perú se ha visto afectado 1'451,251 personas debido a las intensas lluvias que provocan el desbordamiento de los ríos. Con llevando al objetivo del presente trabajo de grado el desarrollo de un módulo de telemetría basado en comunicación GSM para poder alertar de manera rápida y fácil a la población ante un posible incremento en el nivel del río, por medio de un sensor de ultrasonido y gestión de datos a través del microcontrolador PIC18F4550, para luego transmitir la información a un usuario mediante el módulo SIM548C GSM (Tello, 2011)

4.3 Marco legal y normativo

La Legislación antes de la expedición del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (**Decreto – Ley 2811 de 1974**), dio algunos intentos de reglamentación del manejo del agua, pero fue este Código el que

Sistema de telemetría para alertas tempranas

inició la planificación ambiental del territorio en torno a los recursos naturales. En su artículo 316 establece que la ordenación de una cuenca es la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna, y por manejo de la cuenca, la ejecución de obras y tratamientos.

Con el **Decreto Reglamentario 2857 de 1981**, el cual estableció lo referente a cuencas hidrográficas, definió en su artículo 4, que la finalidad de “la ordenación de una cuenca tiene por objeto principal el planeamiento del uso y manejo de sus recursos y la orientación y regulación de las actividades de los usuarios, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la preservación de la estructura físico - biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos”.

Este Decreto fue posteriormente derogado por el **Decreto Nacional 1729 de 2002**, no obstante, y según información consolidada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) se lograron ordenar 7 cuencas bajo esta reglamentación en el periodo que estuvo vigente.

Con la expedición de la **Ley 99 de 1993**, se creó el Ministerio de Medio Ambiente como organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables. También estableció los lineamientos para fortalecer el Sistema Nacional Ambiental y fijó las pautas generales para el ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas y demás áreas de manejo especial, al igual que instauró la competencia a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible en el tema.

Desde el año 2002 con la expedición del **Decreto 1729** sobre cuencas hidrográficas, se continuó con los ejercicios de ordenación y manejo bajo los nuevos lineamientos,

logrando así en el año 2010 un consolidado de 264 planes de ordenación y manejo y 101 POMCAS adoptados.

Después de las afectaciones ocasionadas por el fenómeno de la Niña a finales de la década pasada, el Gobierno Nacional expidió el **Decreto 510 de 2011**, en el cual se establecieron las directrices para la formulación de Planes de acción para la Atención de la Emergencia generados por la Ola Invernal y la Mitigación de sus efectos.

En el año 2012, se efectuó la expedición de la **Ley 1523**, por la cual se adoptó la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre y se estableció el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre, el cual en su artículo 31, define las corporaciones autónomas regionales o de desarrollo sostenible, como integrantes del sistema nacional de gestión del riesgo, además de las funciones establecidas por la **ley 99 de 1993 y la Ley 388 de 1997 o las leyes**.

Como respuesta a los efectos presentados por la situación de emergencia que ocasionó el fenómeno de La Niña en los años 2010 -2011, se consideró que un adecuado ordenamiento ambiental del territorio, a través de la ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas, debería incorporar el componente de gestión del riesgo como determinante ambiental en las políticas de desarrollo, para convertirlos en instrumentos y medidas de adaptación de situaciones de emergencias.

Fue así que teniendo las nuevas orientaciones que el país tomó frente a la planificación de cuencas hidrográficas, se expidió el **Decreto 1640 de 2012**, por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, el cual busca consolidar la cuenca hidrográfica como unidad de gestión, fortalecer las comisiones conjuntas, articular los diferentes

Sistema de telemetría para alertas tempranas

instrumentos de planificación, implementar los consejos de cuencas, incorporar apropiadamente un análisis de riesgo de desastres y el componente de gestión de riesgo e incluir medidas de manejo y administración de los recursos naturales renovables como resultado del proceso de ordenación.

Bajo este marco normativo y a través de la expedición de la **Resolución 1907 de 2013** del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se publicó la Guía Técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS), lineamientos que deberán soportar la elaboración y/o ajustes de dichos planes en el país.

La nueva reglamentación buscó además de incorporar la gestión del riesgo como elemento importante en la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, que los consejos de cuencas se convirtieran en motores principales para la apropiación del instrumento, a través de la expedición de la **Resolución 509 del 2013**, por la cual se definen los lineamientos para la conformación de los consejos de cuenca y su participación en las fases del plan de ordenación de la Cuenca y se dictan otras disposiciones.

Las normas dictadas por los diferentes instrumentos jurídicos expedidos en los últimos años acerca de la planificación y ordenamiento ambiental, fueron recogidas por el Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015, el cual compila las normas del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible.

Ley 1978 del 2019 Por la cual se moderniza el Sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones -TIC, se distribuyen competencias, se crea un Regulador Único y se dictan otras disposiciones.

La presente Ley tiene por objeto alinear los incentivos de los agentes y autoridades del sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), incrementar su certidumbre jurídica, simplificar y modernizar el marco institucional del sector. proyectos asociados, así como incrementar la eficiencia en el pago de las contraprestaciones y cargas económicas de los agentes del sector. excepciones concretas que contenga la presente Ley. El servicio de radiodifusión sonora continuará rigiéndose por las posiciones concretas expresamente señaladas para aquel servicio en la presente Ley. Para todos los efectos de la presente Ley, la provisión de redes y servicios de telecomunicaciones incluye la provisión de redes y servicios. El servicio de televisión abierta radiodifundida continuará rigiéndose por las reglas especiales pertinentes, en especial la Al servicio de radiodifusión sonora y al de televisión abierta radiodifundida les va a ser aplicable la presente Ley en las posiciones concretas.

Diseño Metodológico

4.4 Tipo de investigación

El presente proyecto se llevará a cabo en el campo de la investigación aplicada con enfoque cuantitativo. Esto se debe a que se trata de un estudio en el que las variables se realizan sin manipulación intencionada y los fenómenos se observan y analizan únicamente en el medio natural. De acuerdo a Hernández, Fernández, Baptista (2010), la investigación con enfoque no cualitativo se diferencia “por su dimensión temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo,

en los cuales se recolectan datos”

A partir de dicho criterio, se propone dos tipos de diseños no experimentales:

Diseños transversal o transaccional: Estudios que recopilan datos en un instante y su finalidad puede ser:

- Analizar el nivel de una variable en cualquier momento
- Evaluar situaciones, comunidades, eventos, fenómenos o entornos a la vez
- Definir o identificar relaciones de un conjunto de variables.

Diseños longitudinales o evolutivos: Estudios que se realizan en diferentes momentos del tiempo para:

- Investigar el proceso de evolución y relación de una o mas variables
- Analizar la evolución de un evento en el tiempo.

(Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 151).

4.4.1 Población:

El municipio de Junín Cundinamarca se compone de 8,439 habitantes, siendo referenciada por estadística. (DANE, 2010). La población que tomaremos como referencia será la más cercana o que se vea afectada por el caudal del rio chorrera la cual serán **120** personas.

4.4.2 Muestra

Para conocer la muestra utilizaremos la ecuación del tamaño de la muestra

$$n = \frac{\frac{z^2 xp(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 xp(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

Ecuación 1: tamaño de la muestra

N = tamaño de la población = 120

Z = puntuación = 80%

e= margen de error 10

$$n = \frac{\frac{z^2 xp(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 xp(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

$$n = \frac{\frac{1,28^2 xp(1-p)}{10^2}}{1 + \left(\frac{1,28^2 xp(1-p)}{10^2 120}\right)}$$

$$n = \frac{\frac{1,28^2 xp(1-p)}{10^2}}{1 + \left(\frac{1,28^2 xp(1-p)}{10^2 120}\right)} = 31$$

De acuerdo con la anterior ecuación la muestra seria de **31 de** la población la cual seria los Habitantes cercanos, o que se vean afectados por el rio chorrera de la vereda san francisco, valle y puente licio.

4.5 Fases de Desarrollo

De acuerdo con la metodología aplicada a este proyecto se establecen los pasos a seguir para iniciar el proyecto:

requerimientos del prototipo a diseñar

4.5.1 Levantamiento de información: proceso desarrollado a través de técnicas de

recolección de información como encuestas y entrevistas.

Las cuales se realizarán a los habitantes que se vean más afectados directa o indirectamente por el río chorrera, con este procedimiento se recopila información sobre las afectaciones que han sufrido por causa de las crecientes súbitas de dicho río y los requerimientos que desea que el sistema realice.

Cuestionario Para el levantamiento de información

Este cuestionario se desarrollo en un herramienta de formularios en linea llamado google forms. En el cual consta de 16 preguntas entre las cuales encontramos 5 preguntas personales, 7 preguntas cerradas y 4 abiertas, relacionadas con informacion para el proyecto. Esta herramienta nos muestra un resumen automatico de todas las respuestas; realizadas a 21 personas en situacion de riesgo.

Figura 6.

Cuestionario Google Forms



Fuente: Propia

Con respecto a lo anterior se entrevistaron 21 personas, de lo cual se obtuvo lo siguiente:

- Se requiere un dispositivo que alerte sobre crecientes en el río con un tiempo mínimo de 2 horas y máximo de una semana para así poder actuar y hacer algo al respecto.
- De acuerdo con los entrevistados prefieren una alarma sonora o un mensaje de texto al celular.
- Si es sonora las personas que viven cerca y la logran escuchar alertarían a la demás población.
- Que el dispositivo sea económico, accesible, y eficiente.
- Otras de las recomendaciones es que estos datos en tiempo real le lleguen a una persona de la comunidad como puede ser el presidente de la junta de acción comunal ya que cada vereda tiene uno o se pueden divulgar por medio del perifoneo, para aquellas personas que no están cerca del río o no cuentan con un teléfono celular.
- Con respecto a la ubicación del dispositivo se considera que debe estar en la parte alta o media del río.

4.6 Diseño del sistema: a través de los requerimientos y especificaciones establecidas en la etapa de levantamiento de información se procederá a diseñar el sistema a nivel de software y hardware.

Figura 7

Sistema de alerta temprana



Fuente (sistema de alerta, s.f.)

4.6.1 Métricas

Tabla 1: Métricas

Métrica	Unidades
Costos	\$
Sensibilidad del sensor	%
Tiempo de muestreo del dispositivo.	Seg
Rango de alcance de alcance del dispositivo	Km
Consumo del dispositivo trasmisor.	Kw/h
Consumo del dispositivo receptor.	Kw/h
Rangos de nivel de acuerdo con la alarma	Metros

Fuente: Autor

4.6.2 Función del prototipo

De acuerdo a la información recolectada en las entrevistas y dando cumplimiento a los requerimientos el sistema se compone de dos bloques los cuales los vamos a llamar

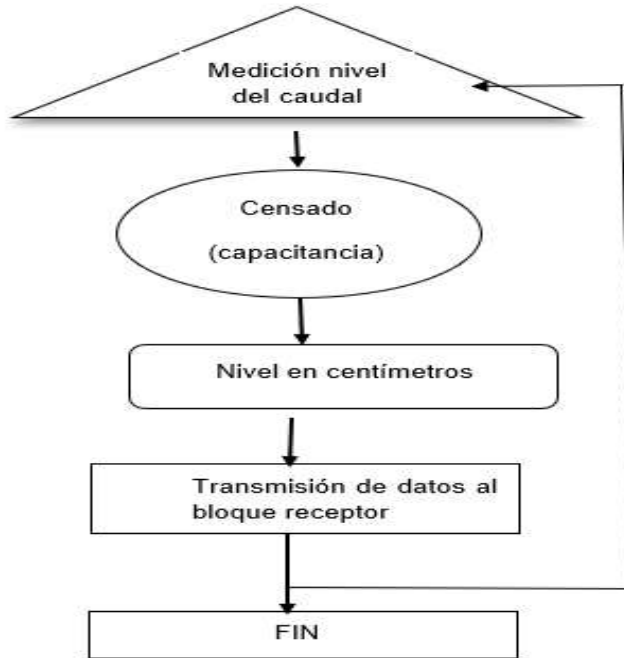
(Emisor) este sistema estará ubicado directamente en el río Chorrera realizando el monitoreo del nivel del agua, usando un sensor ultrasónico HC-SR04, que luego enviará los datos vía inalámbrica al bloque (Receptor) que estará ubicado directamente en la población a alertar.

Diagrama de flujo 1 (Emisor)

El diagrama de flujo 1 (emisor) es el sistema ubicado directamente en el río midiendo su caudal, usando el sensor ultrasónico el cual nos dará una señal para convertir en un dato en centímetros que se enviará vía inalámbrica al bloque (receptor). Luego el receptor debe enviar los datos por comunicación serial al PC que contiene la interfaz del usuario en donde se realizará el monitoreo, y debe activar la alarma si el caudal está subiendo considerablemente.

Figura 8.

Diagrama de flujo 1



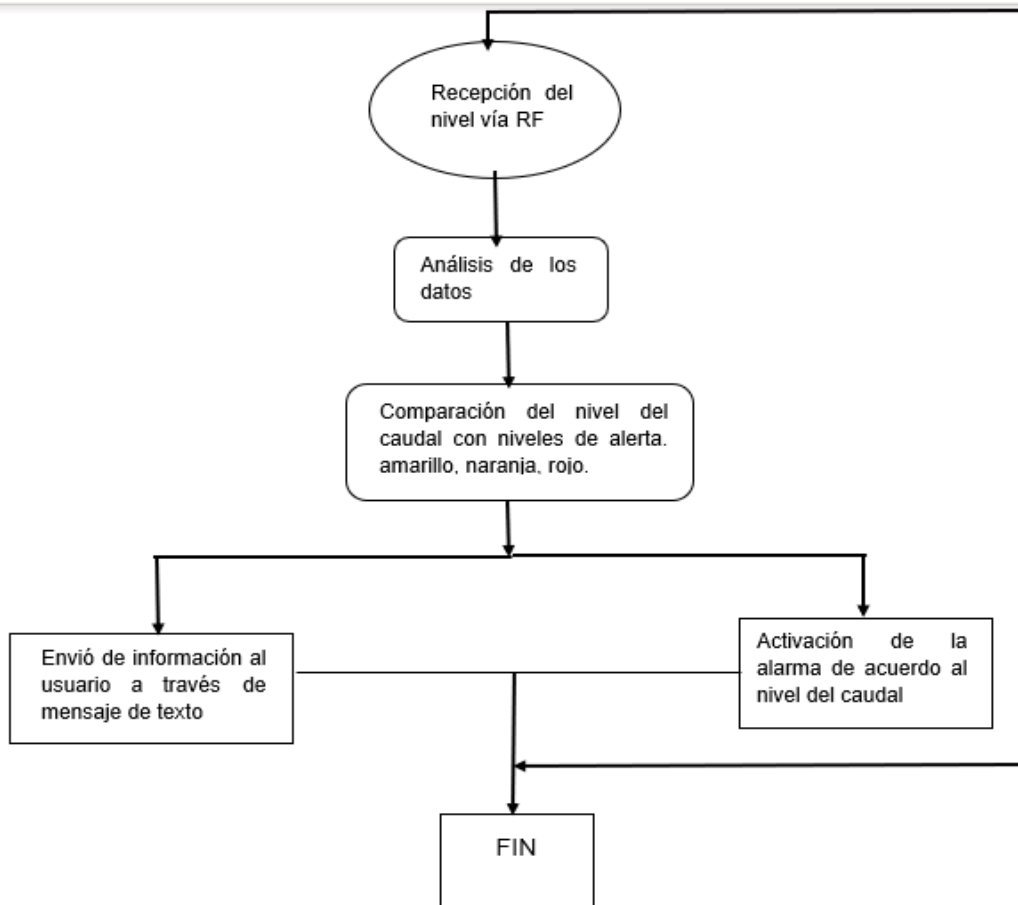
Fuente: Propia

Diagrama de flujo 2 (receptor)

El diagrama de flujo 2 (Receptor) es el proceso que se realiza, al recibir los datos que envía el bloque (emisor) vía inalámbrica, estos datos se analizan y se determina qué nivel de alerta es amarilla, naranja, o roja. Luego el bloque Receptor debe enviar los datos por comunicación serial a los números de celular incluidos en la interfaz y si el nivel de alerta es rojo se activará la alerta sonora.

Figura 9.

Diagrama de flujo 2

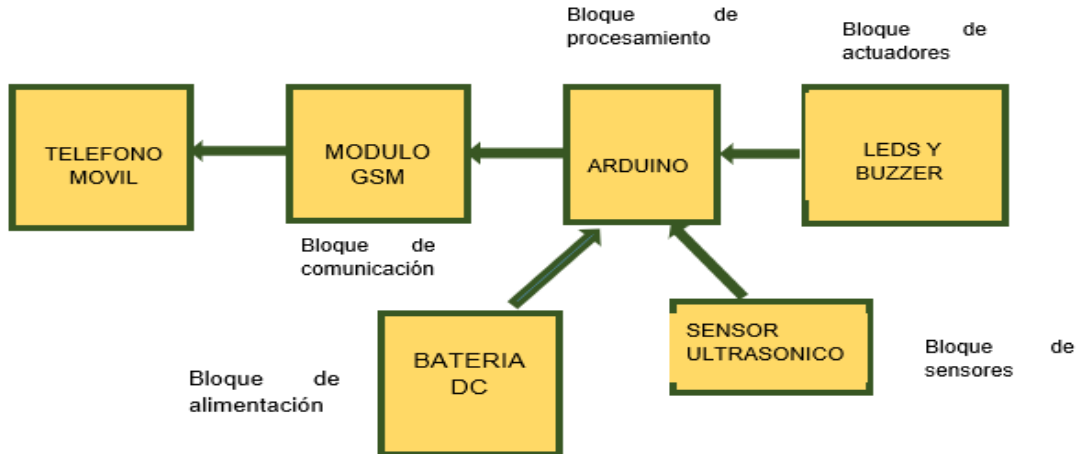


Fuente: Propia

4.6.3 Diagrama de bloques

Figura 10.

Diagrama de bloques



Fuente: Propia

4.7 Desarrollo del Sistema: a través de esta fase se hará uso de herramientas de hardware y software con el fin de prototipar el sistema telemétrico para dar solución a la problemática establecida.

4.7.1 Arduino UNO

Es una de las placas Arduino más utilizadas del mercado. No utiliza el controlador serial USB FTDI, contiene el chip ATMEGA16U2 el cual está programado como un traductor serial USB. La última versión de Arduino UNO R3 incluye los pines de salida SDA y SCL, las instrucciones OIREF que permite que los shields se adapten al voltaje de la placa, y un reset. (FUENTES & MARTINEZ , 2014)

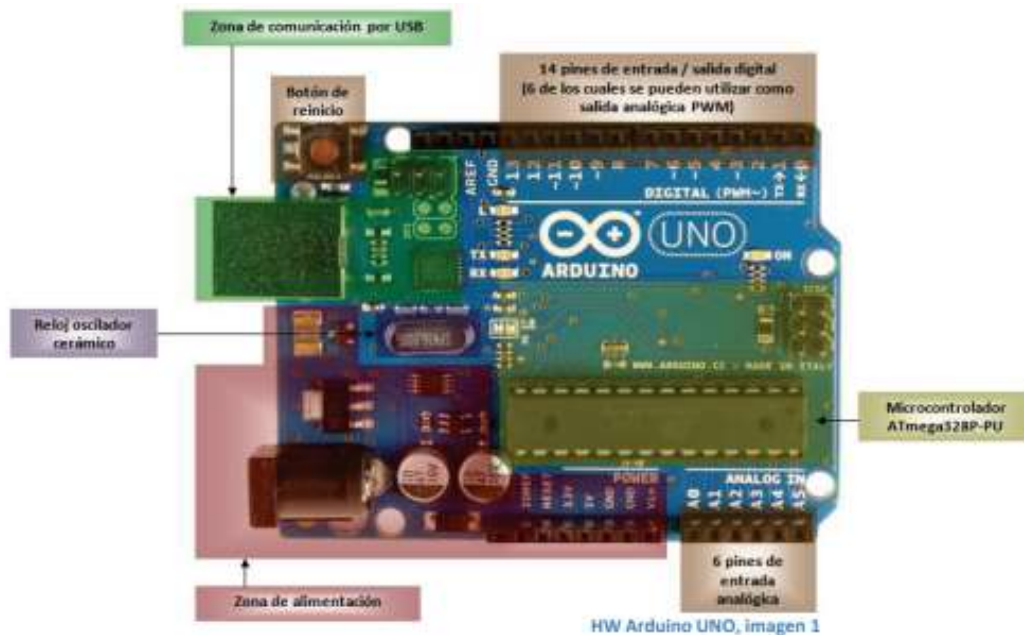
Hardware

El Arduino UNO incluye un microcontrolador Atmega328P. Es de 8 bits de bajo consumo y alto rendimiento que combina la memoria flash ISP de 32 Kb con capacidad de lectura y escritura. Su programación se basa en lenguaje C.

Sus características más relevantes de los microcontroladores son: los fuses que determinan el correcto funcionamiento del programa. Por lo tanto, la configuración predeterminada para **Atmega328P** es Efuse = 0xFF, Hfuse = 0xD9, Lfuse: 0x62. Sin embargo, es necesario registrar el circuito.

Figura 11.

Arduino UNO



Fuente (FUENTES & MARTINEZ , 2014)

La alimentación eléctrica

El voltaje requerido para operar en Arduino es de 5 [V]. Este voltaje se puede obtener conectando la placa a una fuente de alimentación externa o utilizando un cable USB conectando la placa a la computadora, El Arduino UNO puede detectar la potencia y seleccionar automáticamente la potencia que siempre está disponible, dentro del límite de 6 a 20 [V]. (FUENTES & MARTINEZ , 2014)

Comunicación serie

Sistema de telemetría para alertas tempranas

En la comunicación serie, la información se trasmite bit a bit por un solo canal de transmisión, su diferencia con respecto a una comunicación en paralelo es que este requiere de varios canales para enviar más de un bit simultáneamente.

La comunicación en serie incluye software como hardware. El software controla lo que se envía (que bits) y se lo indica al hardware a través de una llamada (si es Arduino librerías) El hardware, por otro lado, controla cómo se conforman los datos a transmitir.

Los pines de conexión Arduino UNO involucrados en la comunicación serial son: Pin 0, RX (para recepción) y Pin 1, TX (para transmisión). Además, el pin 13, SCK (reloj) solo en modo síncrono, permitiendo la comunicación serie entre el dispositivo externo y el chip UART-TTL. Los dos pines están conectados internamente al chip ATmega16U2 (a través de la resistencia interna 1 [KΩ]). Por lo tanto, los datos disponibles en USB también están disponibles en estos pines.

Software

Arduino UNO se puede programar a través de la IDE. Para realizar su programación del IDE ir a “Herramientas\Tarjeta” y seleccionar la placa Arduino UNO, e ir a “Herramientas\Puerto Serial” y seleccionar el puerto de comunicación (“COM”), habilitado para la tarjeta Arduino (en Windows generalmente es el COM4).

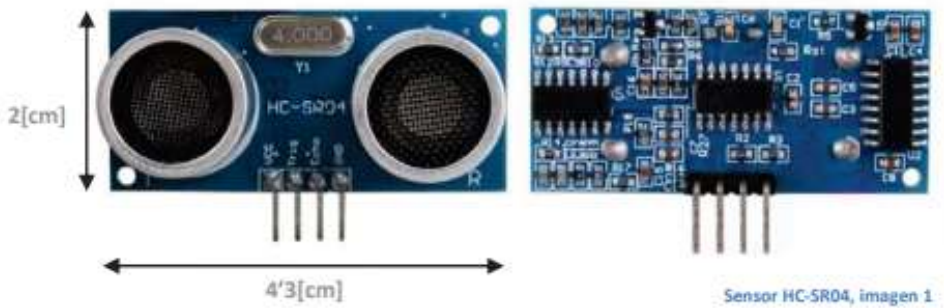
4.7.2 Sensor ultrasónico HC-SR04

el sensor HC-SR04 es de color azul y plateado. Tiene dimensiones de 4'3 x 2 x 1'5 cm

Y masa de 10g

Figura 12.

Sensor HC -SR04



Fuente (**FUENTES & MARTINEZ , 2014**)

Características:

- Voltaje de trabajo: 5[V] DC (mínimo 4'5 y máximo 5'5).
- Corriente de trabajo: (mínimo 1mA y máximo 20mA).
- Corriente estática: (mínimo 1'5mA, y máximo 2'5mA).
- Frecuencia ondas ultrasónicas: 40kHz.
- Ángulo de medición: 30°
- Detección de distancia: de 2cm a 4'5m.
- Precisión: entre los 2 y 3mm.
- Señal de salida: pulso inicial de 10µs a nivel TTL.
- Señal de entrada: pulso a nivel TTL de una duración igual al tiempo de ida y vuelta de los ultrasonidos entre el sensor y el obstáculo al cual se desea medir la distancia.

(FUENTES & MARTINEZ , 2014)

Comunicación de Arduino UNO con el Sensor HC-SR04

El Arduino debe enviar una señal al sensor HC-SR04 para que funcione. Para hacer esto, el pin TRIG debe enviar un pulso de al menos 10 [µs].

El pin TRIG es una E / S digital que actúa como disparador. Gracias a este pin, el

Sistema de telemetría para alertas tempranas

Arduino debe enviar una señal de inicio (pulsos de 10 μ s) al sensor para pedirle que comience a funcionar. Así que este es un pin de salida digital de Arduino y un pin de entrada digital de sensor. Este código de configuración de pin es el siguiente:

```
pinMode(PIN_TRIG,OUTPUT);
```

El pin TRIG es el encargado de enviar información al sensor. La información transmitida es un pulso a nivel alto (HIGH), 1 lógico que corresponde a 5v de tensión ya que el Arduino y el sensor trabajan a nivel TTL. El código sería el siguiente:

```
digitalWrite(PIN_TRIG,HIGH);
```

El pulso del pin TRIG debe ser de 10 μ s, que sería el tiempo que se debe mantener a nivel alto.

```
delayMicroseconds(10);
```

Para terminar el pulso se debe poner a nivel bajo 0 lógico (LOW), corresponde a 5v de tensión.

```
digitalWrite(PIN_TRIG,LOW);
```

Dado que la comunicación en serie de Arduino es asíncrona, es necesario especificar la velocidad de comunicación con el sensor y la PC. Se ha seleccionado una velocidad de transmisión de información de 19200 baudios. Esto ralentiza la visualización de datos en el monitor IDE en serie y mejora la conveniencia de realizar pruebas. El LED TX de la tarjeta parpadeará cada vez que la tarjeta envíe datos al monitor en serie.

```
Serial.begin(19200);
```

Comunicación del Sensor HC-SR04 con Arduino UNO

Para establecer comunicación entre el sensor y Arduino se debe enviar una señal a la placa Arduino en forma de pulso a través del pin ECHO del sensor. El pin

ECHO es una E / S digital que notifica a la placa Arduino (en pulsos) que se ha transmitido o recibido un eco de un haz ultrasónico. Por lo tanto, hay un pin de salida digital del sensor y una entrada digital de la placa Arduino.

pinMode(PIN_TRIG,OUTPUT);

Este pin se utiliza para calcular el tiempo que tarda una explosión ultrasónica en ir (del sensor

al obstáculo) y volver (del obstáculo al sensor). Este tiempo corresponde al tiempo durante el cual el pulso enviado por el sensor a la placa Arduino permanece alto.

Después de recibir el eco, el pulso vuelve a debilitarse.

Función PulseIn (pin, nivel); Desde el lenguaje de programación Arduino, indica el ancho del pulso (en este caso, el ancho del pulso de alto nivel transmitido a través del pin ECHO) en microsegundos. Es decir, cuando el impulso es ALTO.

tiempo = pulseIn (PIN_ECHO,HIGH) ;

se recomienda utilizar un tiempo de espera de 50 o 60 μ s, de esta manera aseguramos que los pulsos que envía el pin ECHO no comiencen antes de que se envíe completamente los 8 pulsos de ultrasonido.

Delay (60) ;

(FUENTES & MARTINEZ , 2014)

4.7.3 Almacenamiento

Modulo microSD

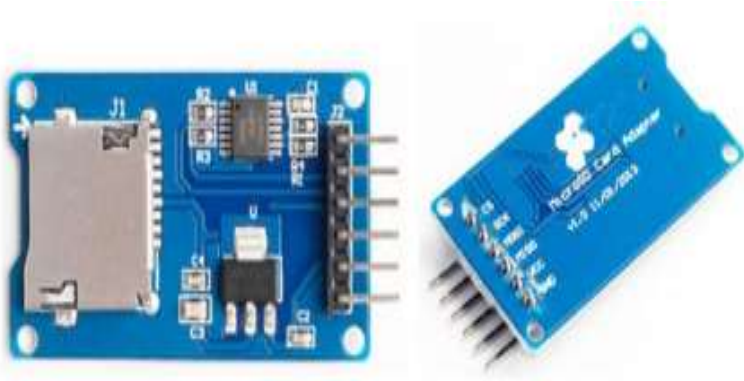
El módulo microSD permite ingresar a los datos internos de la tarjeta microSD y administrarlos fácilmente a través del bus SPI, pero también puede usar otras interfaces como I2C y UART si lo desea.

Sistema de telemetría para alertas tempranas

Este módulo mejora la modularidad del sistema y facilita la reparación en caso de un módulo receptor dañado.

Figura 13.

Modulo Micro-SD adapter



Fuente (Pelayo, 2019)

Características de conexión del módulo

Tabla 2: Conexión Micro SD

Pin micro-SD adapter	Pin Devkit v1
CS	D5
SCK	D18
MOSI	D23
MISO	D19
Vcc	3.3v
GND	GND

(Pelayo, 2019)

4.7.4 M95 Shield Arduino

Figura 14.

M95 Shield Arduino



Fuente (SIGMA)

Permite integrar conectividad GSM/GPRS en las aplicaciones que maneja Arduino por medio del Modem Quectel M95.

El módulo M95 GSM/GPRS puede operar en 4 bandas (850/900/1800/1900 MHz), se configura a través de comandos AT por el puerto serial del Arduino. Posee varias funciones, entre las cuales están GPRS/TCP/UDP/PPP/FTP/HTTP/SMS/Voz/FAX, pudiendo ser utilizado en diferentes aplicaciones.

Componentes del módulo M95:

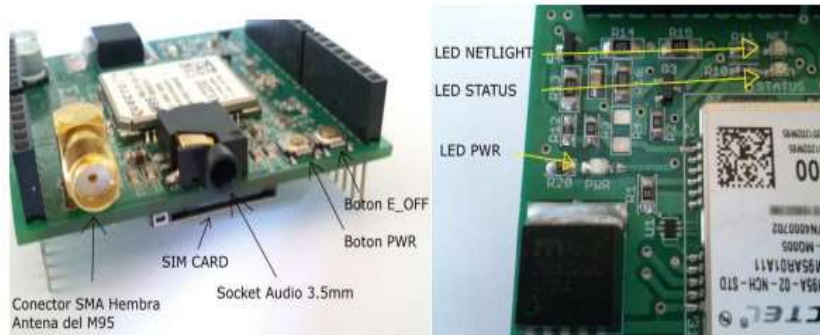
- Regulador
- socket para sim-card
- conector para antena
- plug 3.5 mm micrófono
- audio
- pulsadores (1. encendido, 2. apagado de emergencia)

- leds de encendido señal, y status.ç

Características

Figura 15.

Características M95



Fuente: (SIGMA)

- Regulador de voltaje:

Ajustado a 4.2 voltios. Alimentado a través del terminal VIN del Arduino.

- Interfaz Serial:

Adapta los niveles de voltaje para las dos líneas del puerto UART (TX y RX) entre M95 y Arduino.

- Interfaz de Antena:

Para conectar la antena del módulo M95 se hace a través del Conector SMA hembra

- Interfaz de “Sim Card”:

Se debe empujar la Sim Card horizontalmente para que quede correctamente puesta o para sacarla.

Figura 16.

Plug de audio



Fuente (SIGMA)

- Plug de Audio:

El módulo tiene un socket de 3.5mm para conectar audífonos y micrófono tipo “manos libres”.

- Botones de control:

El botón “PWR” controla el terminal “PWRKEY” del M95 el cual permite realizar acciones como prenderlo o apagarlo “manualmente”.

El botón “E_O” controla el terminal “EMERG_OFF” del M95, para accionar el apagado de emergencia “manualmente”.

- Leds de estado:

El led PWR indica que la tarjeta está siendo alimentada por el regulador de 4.2v.

El led STATUS: Nos indica el Status del M95, si esta prendido o apagado.

Led NET: Nos indica el estado en la red del M95.

Conexión con Arduino

terminales de conexión: (1 de 10 pines, 2 de 8 pines, 1 de 6 pines), conectan todos los pines de la placa Arduino al escudo. Los circuitos, antenas y tomas de audio de la Sim-Card no interfieren con Arduino. El punto de conexión de energía (terminal del conector de 8 pines) se puede usar para suministrar energía a otros componentes del circuito

Sistema de telemetría para alertas tempranas

que puedan necesitarla. Tenga en cuenta que el terminal "VIN" tiene un voltaje conectado a una fuente de alimentación externa.

- **Energía:** se alimenta de la terminal de Arduino VIN. Este terminal usa un voltaje de 5v del Arduino.
- **UART:** El puerto serie M95 está conectado al puerto serie Arduino. Por esta razón los terminales digitales Arduino 0 y 1 siempre están ocupados por el shield. Estos dos terminales tienen un circuito de equilibrio lógico entre el M95 y la placa Arduino, que proporciona al RX de Arduino un nivel lógico de 05v y al M95 RX un nivel lógico de 0-4.2v. El puerto UART del M95 está configurado en modo "auto baud" de forma predeterminada (admite velocidades de 800 a 115200).
- **STATUS:** Este terminal en el M95 está conectado al pin del Arduino. Este pin de Arduino debe configurarse como una entrada pull-up. Esta conexión se presenta para conocer el estado M95 (ON / OFF) del software y lee el pin. En paralelo, el STATUS está conectado al LED para mostrar su estado lógico.
- **PWRKEY:** Terminal del M95 está conectado al pin 2 del Arduino. Esta conexión se realiza para controlar el encendido (1) / apagado (0) del M95 a través del software. (estos 0 y 1 son controlados por el programa en la placa Arduino). Para encender y apagar el M95, debe configurar el "1" lógico y habilitar el pin pwrkey (2) hasta que el pin STATUS sea "1". En este punto, pwrkey se puede bajar a "0". El terminal PWR KEY del M95 puede operar mediante un botón dedicado ("PWR") en paralelo con el control por software.

- **EMERG_OFF:** Este terminal en el M95 está conectado al pin digital 3 de Arduino. El propósito de esta conexión es emitir un comando de parada de emergencia a través del software. En este caso, el pin debe estar en "0" y "1" cuando se activa. Además, el pin EMERG_OFF del M95 se puede operar paralelo a esto usando el botón ("E_O").

Modo de operación

PIN 0: (RX del UART del Arduino) - Entrada digital

PIN 1: (TX del UART del Arduino) - Salida digital

PIN 2: (PWRKEY) - Salida digital - Estado inicial en 0

PIN 3: (EMERG_OFF) - Salida digital. Estado inicial en 0

PIN 4: (STATUS) - Entrada digital con pull-up

PIN 13: Salida digital (OPCIONAL, para operar el led en la tarjeta Arduino).

(SIGMA)

Comandos AT

AT deriva de la abreviatura de "attention", son instrucciones codificadas para la comunicación entre el hombre y un terminal modem, fue desarrollado en 1977 por Denis Hayes, para poder configurar un modem y darle instrucciones como marcar un número telefónico (Bluehack, 2005).

Al principio los comandos AT fueron creados para la comunicación con módems, pero la telefonía móvil GSM tomo como lenguaje estándar para poder comunicarse con sus terminales, la notación de los comandos AT empiezan con las letras AT+ seguida de una serie de instrucciones que luego es procesado y posteriormente se obtiene una respuesta. En la tabla 3 se muestra los comandos más utilizados en GSM.

Comandos AT.

Tabla 3: Comandos AT

COMANDO AT	DESCRIPCION
AT+IPR=?	Muestra la velocidad que acepta el modulo.
AT+IPR=9600	Define la velocidad en 9600 baudios
AT+CGSN	Devuelve el IMEI (Identidad de Equipo de Estación Móvil Internacional), del terminal móvil.
AT+CPIN?	Comprobamos que la tarjeta SIM esté funcionando.
AT+CGREG?	Comprobar el estado de registro del dispositivo.
AT+COPS?	El dispositivo devuelve la lista de redes que se encuentran disponible para conectarse.
AT+CSQ	Medir el rendimiento de la fuerza de la señal.
AT+CMGF?	Seleccionar formato de mensaje SMS (0=PDU, 1=Texto).
AT+CMGL= "ALL"	Mirar todos los mensajes.
AT+CMGL= "REC UNREAD"	Mirar solo mensajes no leídos.
AT+CMGL= "REC READ"	Mirar solo mensajes leídos..
AT+CMGL= "STOP UNSENT"	Mirar solo mensajes no enviados.
AT+CMGL= "STOP SENT"	Mirar solo mensajes enviados

AT+CCALR?	Dispositivo listo para llamada (1 significa listo, 0 significa que no está listo).
AT+CCID	Obtiene el número de la tarjeta SIM
0AT+CLIP?	Parámetro para activar o desactivar la identificación de llamada entrante

(SALAZAR & GINO, 2019)

4.7.5 Buzzer activo

Un zumbador es un dispositivo que produce un sonido de frecuencia constante cuando se enciende. Para la salida de sonido, utiliza un zumbador piezoeléctrico activo que emite un sonido de aproximadamente 2,5 KHz. Este módulo incluye la electrónica necesaria para una fácil conexión y control. Además, en el caso de un microcontrolador, emite ondas de radio que se convierten en audio.

Características

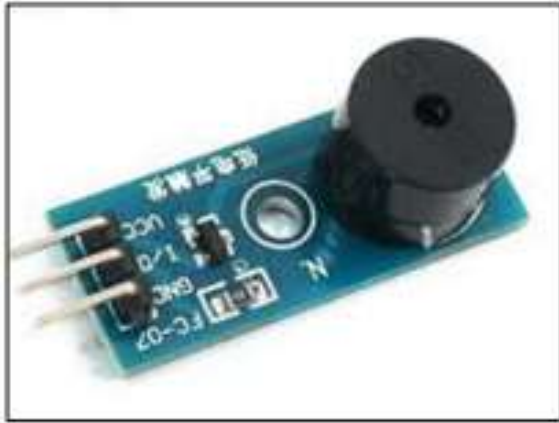
Figura 17: Características Buzzer

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Voltaje de entrada	4V – 7V
Diámetro	12 mm
Separación Pines	7,6 mm
Corriente máxima	<30 mA
Intensidad de sonido	85 dB A 10 CM

(CHIDA & TRUJILLO, 2021)

Figura 18.

Buzzer activo



Fuente: (cdtecnologia)

4.7.6 Alimentación

Batería auto sostenible

Figura 19.

Batería 6v autosostenible



Fuente (libre, Mercado, 2021)

Características

- Bombillos de 3W
- Batería 6V 4.5Ah
- Panel Solar 9V 3.5W

- Puerto USB 5V 0.5A
 - Funciona en independencia hasta 20 h
 - Tiempo de carga con panel solar 12 a 15 h
 - Tiempo de carga con adaptador de corriente 8 a 10 h
 - Dimensiones del panel: 25.5 x 14.5 x 1.4 cm
 - Dimensiones del módulo de control 17 x 12.5 x 6.5 cm
 - Largo del cable del panel 3 m
- (libre, Mercado, 2021)

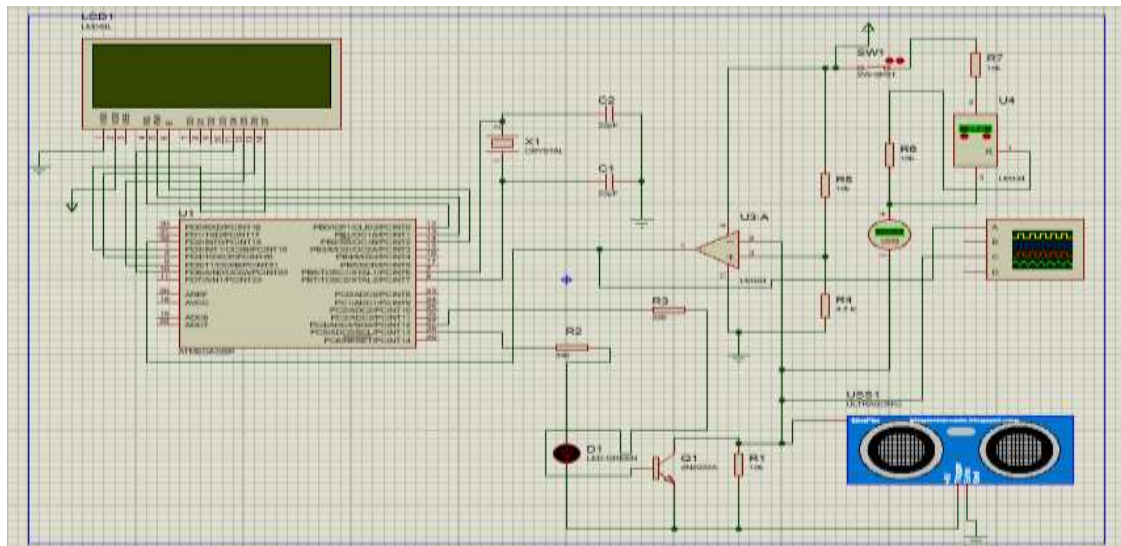
Simulación bloque 1 (emisor)

Se desarrolla la simulación del bloque 1 (emisor) en el software proteus.

Implementando el sensor ultrasónico.

Figura 20.

Simulación proteus transmisor



Fuente: Propia

Consumo en bloque 1 transmisor

Tabla 4: Consumo bloque transmisor

Articulo	Consumo
Atmega328p	50mA- 100mA
Sensor	5 v

Fuente: Autor

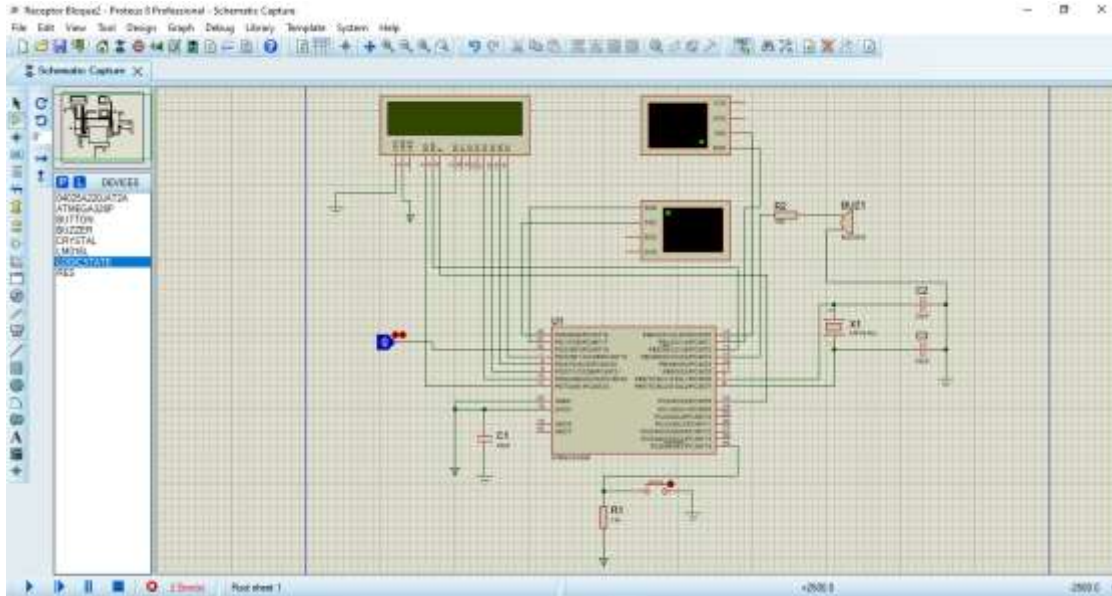
para que el prototipo funcione las 24 horas, se debe tener en cuenta los horarios en que hay luz solar que iría de las 5:50 am, a las 6:00 pm. Siendo 12 h 10 minutos y la noche se contempla desde las 06:00 pm hasta las 5:50 am 11h, 50 minutos. De acuerdo con esto depende el tiempo de carga que esta aproximadamente entre 8h y 12 h. ya que el tiempo puede variar.

Por lo tanto, $24h - 8h = 16h$. Esto quiere decir que el dispositivo debe estar encendido las 24 horas de las cuales 16h depende de la luz solar, debe obtener energía solo por la batería a la que está conectada. Y que por un periodo de 8h, el dispositivo debe ser apto para continuar con su funcionamiento y también cargar la batería al 100% por medio del panel solar.

Simulación bloque 2 (receptor)

Figura 21.

Simulación circuito receptor



Fuente: Propia

La función que cumple el bloque 2 de recepción es la obtención de los datos del nivel del río por la UART, análisis de los datos, los compara con unos valores preestablecidos para determinar el nivel del riesgo de la medición que envía el bloque 1 transmisor, en esta parte es donde se activa la alerta sonora y se envía SMS del caudal por un incremento considerable.

Consumo en el Bloque 2 (receptor)

Tabla 5: Consumo en el bloque receptor

Artículo	Consumo
Atmega328p	50mA – 100mA
Tarjeta M95	9 – 15 V
BUZZER	30mA
LEDS SEMAFORO	40mA
Modulo microSD	4.5 – 5 v

Fuente: Autor

4.7.7 Costos del proyecto

Tabla 6: Costos

Elementos	Precio \$	Cantidad	Total
Arduino Uno	\$20.000	2	\$40.000
Sensor HC-SR04	\$5.000	1	\$5.000
Modulo microSD	\$4.500	1	\$4.500
Módulo GSM M95	\$95.200	1	\$95.200
Sim	\$4.000	1	\$4.000
Buzzer activo	\$2.000	1	\$2.000
Leds	\$2.000	1pqt	\$2.000
Resistencias	\$ 100	12	\$1.200
Cables conectores	\$3.000	3 pqts	\$9.000
Batería auto sostenible	\$83.900	1	\$83.900
Caja termoplástica	\$2.000	2	\$4.000
Total: \$ 250.800			

Fuente: Autor

4.8 Pruebas del Sistema: a través de esta fase se evaluará la solución desarrollada con el fin de optimizar su funcionamiento.

4.8.1 Ubicación

De acuerdo con el estudio realizado en las encuestas y en Google Erth, se hizo un seguimiento del rio chorrera desde su nacimiento, hasta su unión con el rio Guavio, se pudo observar que la población más vulnerable ante una posible creciente es la zona

rivereña de la vega puente licio. Por lo tanto, se determinó la ubicación del sensor en la parte baja donde se concentra más caudal ya que tenemos la unión del río sueva con el río chorrera.

Figura 22.

Río chorrera



Fuente: **(Google Earth)**

Figura 23.

Ubicación del sensor



Fuente **(Google Earth)**

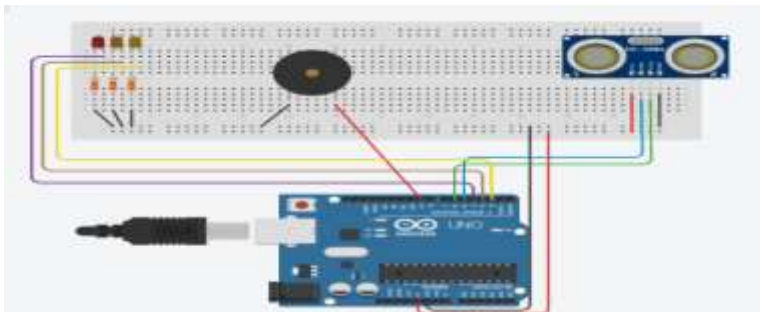
Sistema de telemetría para alertas tempranas

4.8.2 Simulación

Realizamos la simulación del prototipo en el programa Tinkercad. Donde utilizaremos un Arduino, una protoboard, sensor ultrasónico, un buzzer, tres leds uno amarillo, naranja y rojo, y tres resistencias de 220 ohm

Figura 24.

Simulación alerta con leds buzzer



Fuente: Propio

Luego se realiza el código y se corre la simulación.

Figura 25.

Código simulación alarma

```
encender_led_buzzer Arduino 1.8.13
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

encender_led_buzzer
#define LEDAMARILLO 2
#define LEDNARANJA 3
#define LEDROJO 4
#define TRIGGER 5
#define ECHO 6
#define BUZZER 9

// Constantes
const float sonido = 34300.0; // Velocidad del sonido en cm/s
const float umbral1 = 250;
const float umbral2 = 175;
const float umbral3 = 100;

void setup() {
  // Iniciamos el monitor serie
  Serial.begin(9600);

  // Modo entrada/salida de los pines
  pinMode(LEDAMARILLO, OUTPUT);
  pinMode(LEDNARANJA, OUTPUT);
  pinMode(LEDROJO, OUTPUT);
  pinMode(TRIGGER, OUTPUT);
  pinMode(BUZZER, OUTPUT);
}

void loop() {
  // Preparamos el sensor de ultrasónicos
  iniciarTrigger();

  // Obtenemos la distancia
  float distancia = calcularDistancia();

  // Lanzamos alerta si estamos dentro del rango de peligro
  if (distancia < umbral1) {
    // Leemos alertas
    alertas(distancia);
  }
}

// Función que comprueba si hay que lanzar alguna alerta visual o sonora
void alertas(float distancia) {
  if (distancia > umbral1) {
    digitalWrite(LEDAMARILLO, LOW);
    digitalWrite(LEDNARANJA, LOW);
    digitalWrite(LEDROJO, LOW);
  }
  if (distancia <= umbral1 && distancia > umbral2) {
    digitalWrite(LEDAMARILLO, HIGH);
  }
  if (distancia <= umbral1 && distancia <= umbral2) {
    digitalWrite(LEDROJO, HIGH);
  }
}

// La función pulse() obtiene el tiempo que tarda en recibir el eco, el este valor a KHZ
// cuando lo que tiempo = pulseIn(ECHO, HIGH);

// Obtenemos la distancia en cm, hay que convertir el tiempo en segundos ya que está en microsegundos
// por eso se multiplica por 0.00001
float distancia = tiempo * 0.00001 * sonido / 2.0;
Serial.print(distancia);
Serial.print("\n");
Serial.println();
delay(500);

return distancia;
}

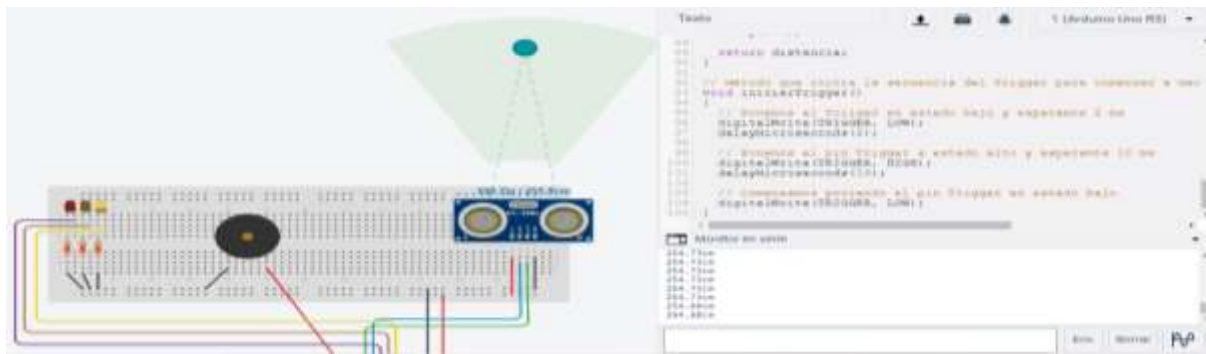
// Modo que lanza la secuencia de Trigger para comenzar a medir
void iniciarTrigger() {
  // Removemos el Trigger en estado bajo y esperamos 2 ms
  digitalWrite(TRIGGER, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  // Removemos el pin Trigger a estado alto y esperamos 2 ms
  digitalWrite(TRIGGER, HIGH);
  delayMicroseconds(2);
  // Obtenemos el tiempo que tarda en recibir el eco
  digitalWrite(TRIGGER, LOW);
}
```

Fuente: Propio

En la siguiente imagen podemos observar cómo se enciende el led amarillo el cual nos indica que la distancia del sensor al objeto en este caso el nivel del rio es menor o igual que 250 centímetros y mayor que 175 centímetros. Y en la parte de abajo a la derecha nos indica a que distancia se encuentra el objeto del sensor (nivel del rio).

Figura 26.

Simulación sensor ultrasónico-alerta verde



Fuente: Propia

Figura 27.

Distancia a la que se encuentra el objeto del sensor



Fuente: Propia

En la siguiente imagen se observa el led naranja el cual nos indica que el caudal del rio se encuentra a un nivel menor o igual que 175cm y mayor que 100 cm

Figura 28.

Sensor ultrasónico - alerta naranja

La tarjeta M95 va conectada al Arduino, donde se alertaría, de acuerdo al tipo de alarma que el sensor detecte.

4.8.3 Comandos AT utilizados

AT: es el comando base de los comandos Hayes.

ATA: se utiliza para contestar una llamada, también se configura en respuesta automática.

ATH: comando utilizado para desconectar la llamada.

ATDxxxxxxx: comando utilizado para realizar llamada y se reemplaza las (x) por el número a llamar.

AT+CMGF=1: Activar modo texto

AT+CBC: sirve para conocer el estado de la batería devolviendo los valores de estado y los niveles de batería.

AT+CGMM: se utiliza para solicitar información sobre el número de modelo del modem

AT+CMGS: este comando se utiliza para enviar Msj.

Resultados y Análisis

- La prueba de nuestro primer diseño del sistema de alerta temprana fue fallida ya que nuestro módulo GSM SIM800L no logro coger señal con ningún operador. Inicialmente lo hicimos con este módulo por su bajo costo.
- Nuestra segunda prueba fue eficiente realizamos el montaje en una protoboard, con la tarjeta M95, además su montaje fue un poco más sencillo ya que este trae regulador de voltaje incluido, es más costoso, pero está más completo y coge muy bien la señal de cualquier operador. Para llevar este diseño a una escala real se necesita de la batería auto sostenible, además algo que proteja nuestro circuito del sol y la lluvia como las cajas termoplásticas. En cuanto a la seguridad del dispositivo, para que no sea removido del sitio de donde se va a colocar se tendría que llegar a un acuerdo con la comunidad para que entre ellos cuiden de que no se roben este.
- Se desarrolló prototipo de sistema de Telemetría que contribuye a la prevención de riesgos ante inundaciones en las zonas ribereñas del rio chorrera en el municipio de Junín Cundinamarca.
- Se realizo levantamiento de información y caracterización de la problemática de los habitantes en las zonas ribereñas del río Chorrera con respecto a inundaciones.
- Con este proyecto se busca prevenir el riesgo ante las inundaciones producidas por el río chorrera en las zonas aledañas al mismo evitando así pérdidas humanas y materiales.

Resultados

En el desarrollo del diseño se ejecutaron pruebas encontrando que el tiempo desde que se genera la alerta hasta que llega al usuario es de 18 segundos en llegar el mensaje y 25s en llegar la llamada lo cual permite que la población evacue rápidamente, de igual manera esta alerta le llega al líder de acción comunal para que este ayude a realizar la evacuación a todas las personas vulnerables.

Figura 30.

Prototipo diseñado



Fuente: Propia

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Se desarrollo el prototipo de sistema de telemetría el cual permite alertar a través de mensaje de texto y llamada, al líder de la comunidad y al personal encargado de la prevención de estos desastres, brindando un tiempo de envío de información de 18 segundos al momento de detectar una alerta en el rio chorrera del municipio de Junín Cundinamarca.
- Al realizar las pruebas nuestro sistema responde de manera satisfactoria enviando el MSM de alerta y como posterior realizando una llamada, de igual manera se enciende la alerta sonora cuando se activa la alerta roja.
- La fuente hídrica (rio chorrera) durante los meses de marzo a junio tiene crecidas del caudal inesperadas, siendo la parte más afectada la zona rivereña de puente licio, de la cual se hizo el levantamiento de información, para llevar a cabo el análisis de la problemática.
- Los sistemas de información y alertas tempranas pueden proporcionar datos sobre el comportamiento del caudal del río y envío información a los sistemas de telemetría que notifican a la población y al personal responsable respecto a cualquier tipo de inundación.
- El proyecto busca contribuir con la sociedad reduciendo costos, implementando un prototipo de bajo costo, y que sea accesible para los organismos de prevención de desastres de la región del Guavio.

Recomendaciones

De acuerdo con las dos pruebas que se realizaron se recomienda el módulo de comunicación M95 por su buena recepción de señal y que es fácil de configurar, además es más completo, no necesita regulador de voltaje.

Para el diseño se debe frecuentar revisiones y así evitar daños y fallos inesperados, este tipo de mantenimiento debe hacerse periódicamente, en el caso del sensor HC-SR04 debe revisar el estado y la activación adecuada. Dentro de las funciones de la interfaz móvil se encuentra la opción de llamada y MSM de texto, la cual es configurada para generar una llamada directa y él envió del mensaje a un usuario o una entidad encargada.

El personal encargado del manejo de este sistema de monitoreo debe contar con conocimientos básicos en programación e ingeniería para realizar actividades como supervisión, monitoreo, y mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

AREITO, J. Seguridad en la información. España, Paraninfo, 2008, Páginas (15-16-17). {10 agosto 2021}. Disponible en <https://www.paraninfo.co>

BRITO, & Nacho.(s.f). Manual de desarrollo web con Grails. {Sitio web} 2009. {10 agosto 2021}. Disponible en <https://vdocuments.mx/manual-de-desarrollo-web-con-grails.html>

cdtecnologia. (s.f.). Buzzer activo. {En línea}. {10 de agosto 2021}. Disponible en <https://cdtecnologia.net/sensores/307-modulo-buzzer-pasivo-.html>

CHUQUITARCO CHIDA, A. J., & TRUJILLO BALLAGAN, D. F. implementación de un prototipo de lavamanos inteligente portátil. {En línea}. Trabajo de grado. Escuela politécnica nacional, 2021. {10 de agosto 2021}. Disponible en <https://bibdigital.epn.edu.ec/browse?type=author&value=Trujillo+Ballag%C3%A1n%2C+Dar%C3%ADo+Fernando>

Citypopulation.Puente liso. {En línea}. 2013. {10 de agosto 2021}. Disponible en https://www.citypopulation.de/en/colombia/cundinamarca/jun%C3%83%C2%ADn/25372006_puente_liso/

COLL, & ACOSTA, M. A. Sistemas de Alerta Temprana (S.A.T) para la Reducción del Riesgo de Inundaciones Súbitas y Fenómenos Atmosféricos en el Área Metropolitana de Barranquilla. {Sitio web}. 2011 {10 de agosto}. Disponible en <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/8661>

Dane. Censo general 2005 Junín Cundinamarca. {Sitio web}. 2010. {10 de agosto 2021}. Disponible en http://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/25372T7T000.PDF

Desastres, Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres. {Sitio web}. 2014 {10 de agosto}. Disponible en <http://www.gestiondelriesgo.gov.co/snigrd/pagina.aspx?id=109>

DescubreArduino.com (s.f.) cómo funciona el módulo inalámbrico nRF24L01 y su interfaz con Arduino. Obtenido de cómo funciona el módulo inalámbrico nRF24L01 y su interfaz con Arduino. {En línea}. {10 de agosto}. Disponible en <https://descubrearduino.com/nrf24l01/>

Dipmecatronica. (s.f). Microcontrolador ATMEGA328P. {En línea}. {10 de agosto}. Disponible en <https://www.dipmecatronica.com.mx/product/atmega328p/>

DOMINGUEZ CALLE, Efraín; LOZANO BAEZ, Sergio. Estados del arte de los sistemas de alerta temprana en Colombia. {Sitio web}. 2014. {10 de agosto 2021}. Disponible

en <https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/132/52>

FUENTES; MARTINEZ, Virginia. Introducción a la plataforma arduino y al sensor ultrasónico HC-SR04. {Sitio web}. 2014. {10 de agosto 2021}. Disponible en <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/22916>

G, Leonel; RAMIREZ, Corona; S, Griselda; JIMENEZ, Abarca; CARREÑO, Jesús Mares. Sensores y actuadores. México, Grupo editorial, 2014, paginas (31-32). {11 de agosto 2021}. Disponible en <https://books.google.com.co/books?id=wMm3BgAAQBAJ&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

GIRALDO; FONSECA, José Carlos. Prototipo de un sistema electrónico de supervisión y alerta de inundaciones para el rio frio ubicado en el municipio de Tabio Cundinamarca. {En línea}. Trabajo de investigación tecnología. Facultad de ingeniería, 2015. {11 de agosto 2021}. Disponible en <https://docplayer.es/56702993-Facultad-de-ingenieria-programa-de-ingenieria-electronica-y-telecomunicaciones-bogota-d-c.html>

KARIN KATTY, Pablo Ramírez. Sistema de Alerta Temprana de Inundaciones Aplicando un Modelamiento Hidrológico con HEC-HMS en el Río Culebras. {En línea}. Tesis. Facultad de ingeniería, 2019. {11 de agosto 2021}. Disponible en http://200.48.38.121/bitstream/handle/USANPEDRO/12438/Tesis_62896.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mercado libre. Kit panel solar totalmente portátil. {En línea}. {15 de agosto 2021}. Disponible en https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-549967753-kit-panel-solar-portatil-4-bombillos-bateria_JM#position=6&type=item&tracking_id=13e3fbf1-79ba-454a-9f91-190156ba759c

GONZALES MARIN, Lyda Yaneth. Diseño de red 3G para monitoreo en tiempo real del caudal de río Bogotá. {En línea}. Trabajo de grado. Universidad santo tomas, 2015. {18 de agosto 2021}. Disponible en <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/564>

MORENO, Dalia; QUIÑONES, Edgar; TOVAR, Luis Carlos. Alerta Temprana, SAT, una herramienta para la prevención de desastres por inundación y efectos del cambio climático. {Sitio web} 2014. {18 agosto 2021}. Disponible en <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/5200/Los%20sistemas%20de%20alerta%20temprana%20SAT.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MORTI, Ricardo Maximiliano. Sistema Embebido de Telemetría para la Dirección de Tecnologías de la informacion y la comunicacion de la universidad nacional de catamarca. {En línea}. Trabajo de grado. Universidad nacional de catamarca facultad de ingenieria y ciencias aplicadas, 2019. {20 de agosto 2021 }. Disponible en <http://repositorios.tecno.unca.edu.ar:8080/bitstream/handle/RIAAFTYCAUNCA/156/Version%20Final%20-%20Sistema%20embebido%20de%20Telemetria%20-%20Morti%20Ricardo%20Maximiliano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sistema de telemetría para alertas tempranas

OCHARAN, Jacobo. sistemas de alerta temprana. fotografía actual y retos futuros. {Sitio web} 2007. {20 de agosto 2021}. Disponible en <http://hdl.handle.net/2099/4425>

ARAGON ORTIZ, Martin Damián. El internet de las cosas. {Sitio web}. 2019. {20 de agosto 2021}. Disponible en <https://www.grin.com/document/510088>

PELAYO, Jesús Martin. Módulo inalámbrico de señalización luminosa en vehículos de emergencias. {En línea}. Trabajo de grado. 2019. {20 de agosto 2021}. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/250406843.pdf>

PEÑA GARCIA, Karol Lorena; GARCIA MENDIVELESO, Omar Alexander. diseño de un sistema de alertas tempranas para medición de caudales instantaneos en la cuenca alta y media del rio ila en el municipio de la vega - cundinamarca. {En línea}. Trabajo de grado. Universidad libre facultad de ingeniería, 2017. {20 de agosto del 2021}. Disponible en <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11172/DISE%c3%91O%20DE%20UN%20SISTEMA%20DE%20ALERTAS%20TEMPRANAS%20PARA%20MEDICION%20DE%20CAUDALES%20INSTANTANEOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

HERRERA PEREZ, Enrique. tecnologías y redes de transmisión de datos . Mexico, Editorial Limusa, 2010, paginas (19-20-21). {20 de agosto 2021}. Disponible en <http://library.unac.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=51496>

CARRION SALAZAR, Anthony Gino. desarrollo de un prototipo, utilizando módulos electrónicos y tecnología GSM para monitoreo de viviendas en zonas rurales en el distrito de molinopampa. {En línea}. Trabajo de grado. Universidad Nacional tecnológica de Lima Sur, 2019. {20 de agosto 2021}. Disponible en http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/359/1/Carrion_Anthony_Trabajo_Suficiencia_2019.pdf

Secretaria Jurídica Distrital. *Ley 1523 de 2012*. {En Línea} 2012 {20 de agosto 2021}. Disponible en <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=47141>

Sigma. (s.f.). M95 Shield para arduino. {En línea}. {20 de agosto 2021}. Disponible en <http://www.sigmaelectronica.net/manuals/M95%20ARD%201.1.pdf>

Sistemas de alerta. sistema de alerta temprana ante inundaciones. {Imagen digital}. 2018. {20 de agosto del 2021}. Disponible en https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=7ICVIEym&id=9205E830DD721E61EB24E8C64830A9B8A13B6E06&thid=OIP.7ICVIEym8hN_qw6Y76WqsgHaD1&mediurl=https%3a%2f%2fagenciadenoticias.unal.edu.co%2ftypo3temp%2f_processed%2fcsn_AgenciaDeNoticias-20180222-

GODINEZ TELLO, Richard Junior Manuel. Diseño e implementación de un Sistema de Alerta Temprana ante desborde de ríos utilizando la Red GSM. {En línea}. Tesis de grado.

Universidad Nacional de San Marcos, 2011. {20 de agosto 2021}. Disponible en <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/2659>

TORRENTE ARTERO, Oscar. Arduino.{En línea} 2013. {20 de agosto 2021}. Disponible en http://cienciasvirtuales.com/wp-content/uploads/2016/11/Arduino_Curso_Practico_de_Formacion.pdf

Experiencias de sistemas de alerta temprana en américa latina. {En línea}. {22 de agosto 2021}. Disponible en [http://repo.floodalliance.net/jspui/bitstream/44111/2097/1/1448042016610104634%20\(5\).pdf](http://repo.floodalliance.net/jspui/bitstream/44111/2097/1/1448042016610104634%20(5).pdf)

MONTOYA ZUÑIGA, Joaquín Ernesto. Sistema de monitoreo y alerta temprana ante aluviones. {En línea}. Proyecto de grado. Universidad Andrés Bello, 2018. {22 de agosto del 2021}. Disponible en http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/10924/a128270_Montoya_J_Sistema_de_monitoreo_y_alerta_2018_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Anexos

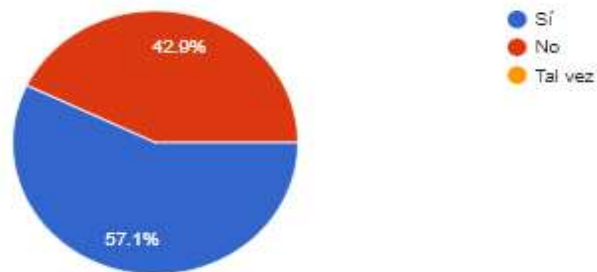
Anexo A: Anexos entrevista

1. Alguna vez ha sufrido o ha sido afectado por inundaciones, avalanchas o derrumbes por causa del rio chorrera (si la respuesta es sí conteste la pregunta 2 de lo contrario pase a la pregunta 3)

Figura 31.

Porcentaje respuestas encuesta

21 respuestas



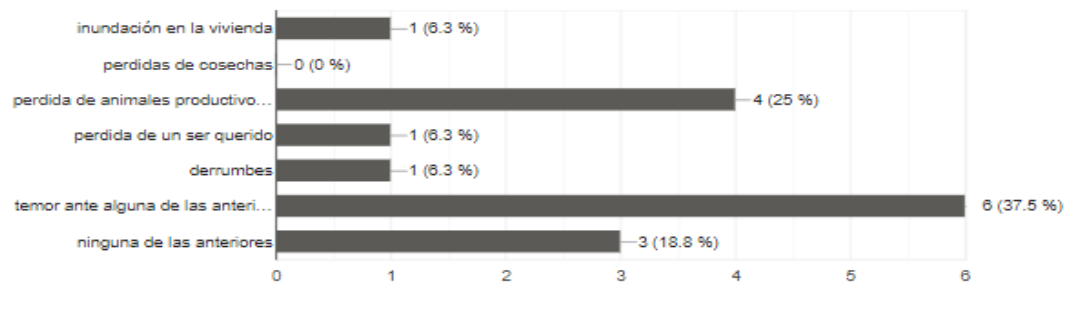
Fuente: Propia

2. Qué tipo de afectaciones tuvo

Figura 32.

Porcentaje respuestas pregunta 2

16 respuestas



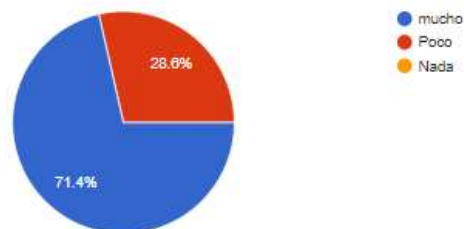
Fuente: Propia

3. Que tan preocupado esta sobre la posibilidad de que usted o la comunidad aledaña al rio chorrera se vea afectada por los desastres naturales.

Figura 33.

Porcentaje respuestas pregunta 3

21 respuestas



Fuente: Propia

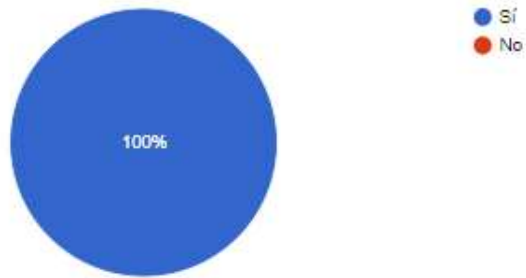
4. Esta su propiedad o vivienda ubicada en zona aledaña al rio chorrera.

Figura 34.

Porcentaje de las respuestas pregunta 4

Sistema de telemetría para alertas tempranas

21 respuestas



Fuente: Propia

5. Que ha hecho para mitigar el impacto de estos eventos

Figura 35.

Respuestas a preguntas abiertas

21 respuestas

No estar cerca al río en tiempos de lluvia para evitar lesiones o la muerte.	no poner ganado cerca al río y evitar que mi familia se acerque
No realizar acercamientos principalmente en tiempo de invierno. también realizar un buen cercado a las orillas del río para evitar pérdidas	estar pendiente de mi familia para que no se acerque al río en época de invierno
siembra de árboles	en primer lugar no estar por la ladera del río chorrera, y alertar a los vecinos de que el río tiene un caudal elevado de lo normal
No realizar acercamientos al río en tiempo de invierno	en el momento nada ya que vivo en la parte alta de la montaña por tal motivo no me alcanza a afectar el caudal
nada	estar alerta en época de invierno
hasta el momento no se ha podido hacer mucho ya que son fenómenos naturales, pero aun así en épocas de invierno se esta muy alerta con los temas relacionados con el río.	evacuar a mi familia cuando se incrementa el caudal del río.
llame para otro sector mientras pasa la avalancha	no acercarme al río durante las lluvias
estar alerta con el nivel del río	Evacuar en tempestad

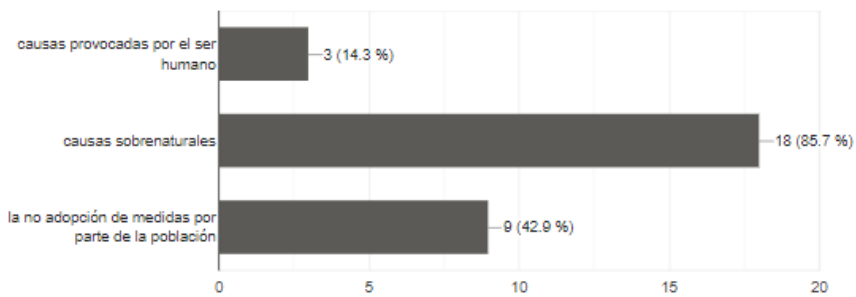
Fuente: Propia

1. Que causas considera usted puede incidir en que las inundaciones por lluvias sean más intensas.

Figura 36.

porcentaje de las respuestas pregunta 6

21 respuestas

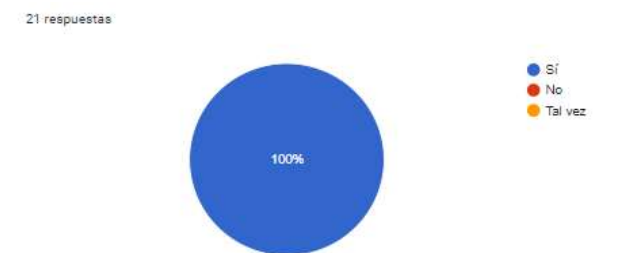


Fuente: Propia

2. Considera que, ante la ocurrencia de un evento de esta naturaleza, sería útil un sistema de alerta temprana que ayude a mitigar el impacto de estos eventos

Figura 37.

Porcentaje respuestas pregunta 7



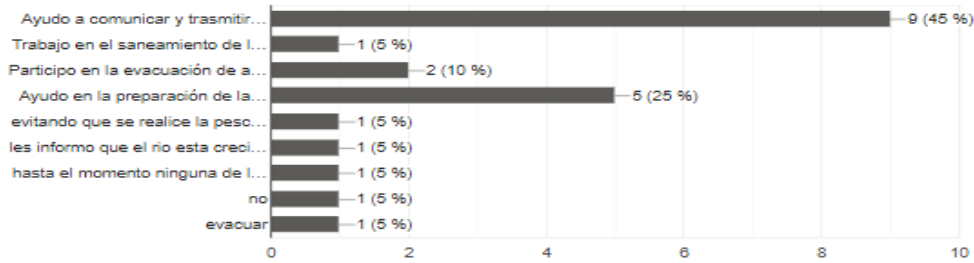
Fuente: Propia

8. Qué colaboración ha brindado en su comunidad para disminuir las afectaciones ante la inundación por intensas lluvias

Figura 38.

Porcentaje respuestas pregunta 8

Sistema de telemetría para alertas tempranas



Fuente: Propia

9. Si se llevara a cabo dicho proyecto, con cuanto tiempo de anticipación cree usted que debería informar sobre una avalancha o desbordamiento del río.

Figura 39.

respuesta pregunta abierta 9



Fuente: Propia

10. Tiene alguna propuesta o criterio que permita disminuir los efectos negativos por las intensas lluvias.

Figura 40.

Respuestas a pregunta abierta 10

Sistema de telemetría para alertas tempranas

21 respuestas

No

No tengo

se pueden plantar árboles que en momento dado sostengan con más firmeza la tierra y disminuya deslizamientos, y en algunos lugares realizar cercados para que los animales no ingresen en terrenos donde los puede sorprender crecientes y avalanchas para así evitar tragedias.

concientizar a la comunidad la importancia de evitar contaminación a las fuentes de agua con materiales que puedan causar represamiento de la misma y así evitar inundaciones a las propiedades cercanas

Mi propuesta sería realizar una evaluación del tiempo y del terreno para ubicar el dispositivo donde se pueda mejor observar dicho evento y así si prevenir a la comunidad.

hacer grupos para realizar la limpieza del río y que sea constante para evitar que el agua se estanque y provoque una avalancha

que el dispositivo que se piensa diseñar en lo posible alerte a todos los habitantes tanto los que viven

21 respuestas

cerca del río como los que tienen fincas, cultivos o animales.

que las personas tomen más medidas en época de invierno ya que debido al cambio climático los inviernos cada vez son más intensos

si que la población este más alerta con el cambio climático ya que esto provoca que en época de invierno las crecientes crezcan rápido.

no

no

que la comunidad se tomara más en serio las consecuencias que puede provocar una avalancha

que las personas estén más atentas las 24 horas del día en época de invierno

que la gente sea más precavida ya tiende las alarmas

Fuente: Propia

11. Por último tiene alguna sugerencia sobre las características para el equipo a diseñar

Figura 41.

Respuestas pregunta abierta 11

Sistema de telemetría para alertas tempranas

Mi sugerencia sería que fuera una alerta temprana sonora, ya que por mi cercanía al río sería muy fácil escucharla y así poder informarle al resto de la comunidad sobre cualquier riesgo.	que sea económico y accesible
Debería realizarse dicha estación en la parte alta del río así será predecible mucho más rápido los datos pues la mayoría de veces el caudal aumenta en las cabeceras de la cordillera y cuando llega a la parte baja de los caseríos ya habría transcurrido como mínimo una hora, tiempo que podría ser demasiado útil en un caso de alta emergencia.	que este ubicado en la parte alta del río para así lograr alertar a toda la población vulnerable
que sea un sistema económico y funcional	que la información que brinde sea a tiempo para hacer la evacuación
que la información que se recolecte con el sistema de alerta temprana le llegue directamente a alguien de la población como puede ser el presidente de junta de acción comunal y que este se encargue de comunicárselo al resto de la población más vulnerable ante el aumento del caudal del río	no
se debería realizar planes en los cuales se encuentren o se plasmen las mayores amenazas que puede provocar los derrumbes y las avalanchas	que el sensor tenga varias alternativas de alerta por si una falla
que sea económico y accesible	debido al caudal tan fuerte del río choriera no sería propio la alarma sonora ya que no se escucharía, en tanto a la alarma visual no aplicaría para toda la población cercana al río
	que no solo se utilice un método de alerta si no por lo menos dos por si llega a fallar uno
	que sea accesible y económico
	Si que sea económico y efectivo

Fuente: Propia

Anexo B: Anexos código Arduino

```
//Ana Valentina Velasquez
```

```
// Ingeniería de telecomunicaciones
```

```
//programa para medir el caudal del río determinando mediante una alerta de leds la distancia a la cual se encuentra el agua del sensor donde encontramos alerta verde, naranja, roja
```

```
//se realiza el envío de mnsjs al usuario mostrandole la alarma
```

```
long dis;
```

```
long tiem;
```

```
int led = 13; //led indicacion general
```

int LEDVERDE = 5; //led indicacion verde

int LEDNARANJA = 6; //led indicacion naranja

int LEDROJO = 7; //led indicacion rojo

int BUZZER = 8; //Buzzer

int pwrkey = 2; //salida, normalmente en 0 (con 0 en el pin, el transistor esta en corte y pwrkey esta en 1 por el M95)

int eoff = 3; //salida, normalmente en 0 (con 0 en el pin, el transistor esta en corte y eoff esta en 1 por el M95)

int stat = 4; //entrada, censar status del M95

int pulsador = 12; // pulsador de accion --> puede ser cualquier otro pin I/O (a parte del 0,1,2,3,4 y 13)

int val=0;

int buttonState = 0;

String inGSM; //Almacenar la información leida del modulo gsm

double ttl=0; //Tiempo de vida

int dato=0;

char numtel[]="3162836301";

char txt[]="Alerta roja caudal muy alto del rio Chorrera. Peligro Evacuar";

void setup(){

Sistema de telemetría para alertas tempranas

pinMode(10, OUTPUT); //salida del pulso generado por el sensor ultrasónico

pinMode(9, INPUT);//entrada del pulso generado por el sensor ultrasónico

//pinMode(11, INPUT);//alarma de la distancia(encenderá el led)

pinMode(0, INPUT); //RX del arduino

pinMode(1, OUTPUT); //TX del arduino

pinMode(led, OUTPUT);

pinMode(LEDVERDE, OUTPUT);

pinMode(LEDNARANJA, OUTPUT);

pinMode(LEDROJO, OUTPUT);

pinMode(BUZZER, OUTPUT);

digitalWrite(LEDVERDE, LOW); //led del arduino

digitalWrite(LEDNARANJA, LOW); //led del arduino

digitalWrite(LEDROJO, LOW); //led del arduino

digitalWrite(BUZZER, LOW); //led del arduino

digitalWrite(led, LOW); //led del arduino

pinMode(pwrkey, OUTPUT);

digitalWrite(pwrkey, LOW); //salida que opera el terminal PWRKEY del M95

pinMode(eoff, OUTPUT);

digitalWrite(eoff, LOW); //salida que opera el terminal E_OFF del M95

pinMode(stat, INPUT_PULLUP); //entrada con pullup para censar el STATUS del M95

pinMode(pulsador, INPUT_PULLUP); //entrada con pull-up --> conectar pulsador N/A a GND en este pin.

delay(10);

if((digitalRead(stat))==LOW)

{ //revisar si el M95 esta apagado

digitalWrite(pwrkey, HIGH);

while((digitalRead(stat))==LOW) //prender el M95, acciona pwrkey hasta que status sea 1

{delay(200);

}

digitalWrite(pwrkey, LOW);

}

delay(10000); //Retardo de 10 segundos, para que el modem M95 se conecte a la red GSM

Serial.begin(9600); //inicia el puerto serial del Arduino (pines 0 y 1), para comunicarse con el M95

delay(2000);

Serial.println("AT"); //Se envía el comando "AT", varias veces con el fin de que se establezca una comunicación entre arduino y el modem

Sistema de telemetría para alertas tempranas

```
delay(1000);
```

```
Serial.println("AT");
```

```
delay(100);
```

```
Serial.println("AT");
```

```
delay(100);
```

```
Serial.println("AT");
```

```
delay(100);
```

```
Serial.println("AT");
```

```
delay(100);
```

```
Serial.println("AT+CMGF=1"); //activa modo texto
```

```
delay(200);
```

```
Serial.println("AT+CLIP=1"); //Activar alarma llamada
```

```
delay(500);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
digitalWrite(led, HIGH); // Todo OK, el led del pin 13 queda prendido.
```

```
// Leer estado del pulsador
buttonState = digitalRead(pulsador);

// Verifica si el pulsador esta presionado.
if (buttonState == HIGH) {
    // realiza llamada si se presiona el botón:
    llamar(); //al presionar el boton, llamar a un numero.
 } else {
    // Procede a verificar si hay llamadas en curso
    contestar(); //llama la función de contestar
 }

sensor();

}

void contestar() {

    digitalWrite(led, HIGH); // Todo OK, el led del pin 13 queda prendido.
inGSM="";
```

Sistema de telemetría para alertas tempranas

```
tfl++;
```

```
//Leer eventos en modulo gsm
```

```
while (Serial.available()>0){
```

```
    delay(10);
```

```
    inGSM += (char)Serial.read();
```

```
}
```

```
Serial.print(inGSM);
```

```
//Si llamada
```

```
if (inGSM.indexOf("RING")>-1){
```

```
    delay(1000);
```

```
    digitalWrite(led, LOW);
```

```
    delay(100);
```

```
    Serial.println("ATA"); //Responder llamada
```

```
    inGSM=dato; //Pone a cero la variable inGSM
```

```
    Serial.println(inGSM); // Imprime la variable inGSM con el contenido=0, para
```

borrar el contenido anterior RING que había capturado

```
}
```

```
}
```

```
void sensor()
```

```
{
```

```
digitalWrite(10,LOW);//recibimiento del pulso.
```

```
delayMicroseconds(5);
```

```
digitalWrite(10, HIGH);//envió del pulso.
```

```
delayMicroseconds(10);
```

```
tiem=pulseIn(9, HIGH);//fórmula para medir el pulso entrante.
```

```
dis= tiem * 0.000001 * 34300 / 2;//fórmula para calcular la distancia del sensor
```

```
ultrasónico. float distancia = tiempo * 0.000001 * sonido / 2.0;
```

```
digitalWrite(LEDVERDE, LOW); // led verde apagado
```

```
digitalWrite(LEDNARANJA, LOW); // led naranja apagado
```

```
digitalWrite(LEDROJO, LOW); // led rojo apagada
```

```
digitalWrite(BUZZER, LOW); //buzzer apagado
```

```
if (dis > 250)
```

```
{
```

```
digitalWrite(LEDVERDE, LOW); // led verde apagado
```

```
digitalWrite(LEDNARANJA, LOW); // led naranja apagado
```

Sistema de telemetría para alertas tempranas

```
digitalWrite(LEDROJO, LOW); // led rojo apagada
```

```
digitalWrite(BUZZER, LOW); //buzzer apagado
```

```
}
```

```
if (dis <= 250 && dis > 175)
```

```
{
```

```
digitalWrite(LEDVERDE, HIGH); // led verde encendido
```

```
digitalWrite(LEDNARANJA, LOW); //led naranja apagado
```

```
digitalWrite(LEDROJO, LOW); // led rojo apagado
```

```
digitalWrite(BUZZER, LOW); // Buzzer apagado
```

```
}
```

```
if (dis <= 175 && dis > 100)
```

```
{
```

```
digitalWrite(LEDVERDE, LOW); // led verde apagado
```

```
digitalWrite(LEDNARANJA, HIGH); // led naranja encendido
```

```
digitalWrite(LEDROJO, LOW); // led rojo apagado
```

```
digitalWrite(BUZZER, LOW); // buzzer apagado
```

```
}
```

```
if (dis <= 100) {  
    digitalWrite(LEDVERDE, LOW); // led verde apagado  
    digitalWrite(LEDNARANJA, LOW); // led naranja apagado  
    digitalWrite(LEDROJO, HIGH); // led rojo encendido  
    digitalWrite(BUZZER, HIGH); // buzzer encendido  
    sms();  
    llamar();  
    //tone(BUZZER,3000, 200);  
}
```

```
void loop();
```

```
//Serial.println("LA DISTANCIA MEDIDA ES:");
```

```
//Serial.println(dis);
```

```
//Serial.println("cm");
```

```
//delay(500);
```

```
}
```


Sistema de telemetría para alertas tempranas

```
void sms(){  
digitalWrite(led, LOW);delay(200); //apaga led (pin 13).  
  
//Envío de SMS  
  
delay(1500);  
  
Serial.print("AT+CMGS=\"); //comando AT para enviar sms  
Serial.print(numtel); //Envia el numero celular destino al modem  
Serial.println("\");  
delay(1500);  
Serial.print(txt); //Envia el sms al modem  
delay(500);  
Serial.write(0x1A); //Es igual a ctrl+Z en HEX para finalizar el SMS  
Serial.write(0x0D); // Carriage return en HEX  
Serial.write(0x0A); //Es igual a line feed en HEX  
  
Serial.println();  
delay(10000);
```

```
digitalWrite(led, HIGH);    //prende led (pin 13), para ver que esta función se  
ejecutó.
```

```
}
```

```
void llamar()
```

```
{
```

```
digitalWrite(led, LOW);
```

```
delay(200); //apaga led (pin 13).
```

```
//Envío de SMS y llamada
```

```
Serial.println("ATD3162836301;"); // Comando para realizar una llamada al Número  
de celular del usuario
```

```
delay(12000);           //ESPERA 12 segundo mientras timbra
```

```
Serial.println("ATH"); //Desconecta la llamada
```

```
digitalWrite(led, HIGH);    //prende led (pin 13), para ver que esta función se  
ejecutó.
```

```
}
```

Anexo C: Anexo imágenes

Sistema de telemetría para alertas tempranas

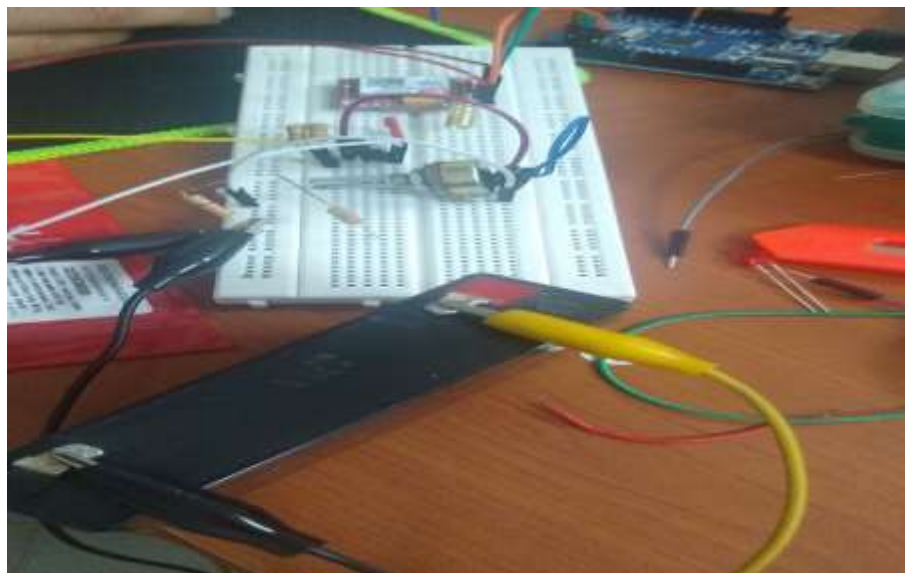
En las siguientes imágenes se mostrará el montaje del prototipo sistema de alerta temprana para caudal. Y observaremos el sistema de alerta a través de los leds de acuerdo con la distancia de aproximación del caudal hacia nuestro sensor.

- ❖ Las primeras imágenes observamos el montaje con el Arduino, módulo GSM SIM800L, un regulador de voltaje y nuestra batería de 12 voltios.

Inicialmente se realizó este montaje por el bajo costo del Módulo GSM SIM800L, sin embargo, lo probamos con varios operadores de SIM como claro, Tigo y Avantel y no obtuvo recepción de la señal. Por este motivo en el segundo montaje lo realizamos con el módulo M95 el cual funciona perfectamente en el desarrollo del prototipo.

Figura 42.

Primer montaje con el módulo GSM SIM800L



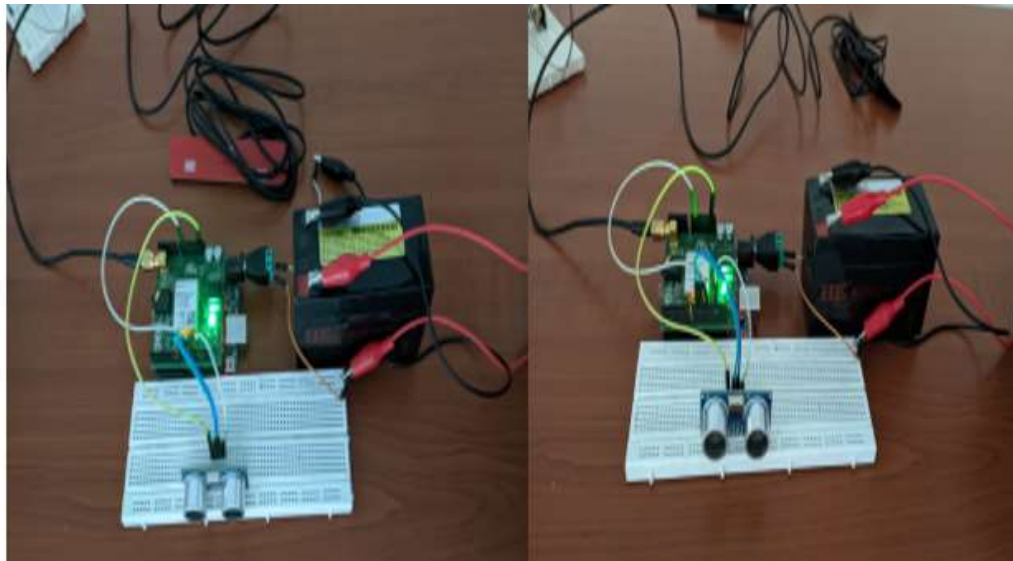
Fuente: Propia

Segundo montaje

- ❖ En estas imágenes podemos ver nuestro montaje con batería 12 v, Arduino Uno, módulo M95 y el sensor ultrasónico HC-SR04.

Figura 43.

Segundo Montaje tarjeta M95



Fuente: Propia

Figura 44.

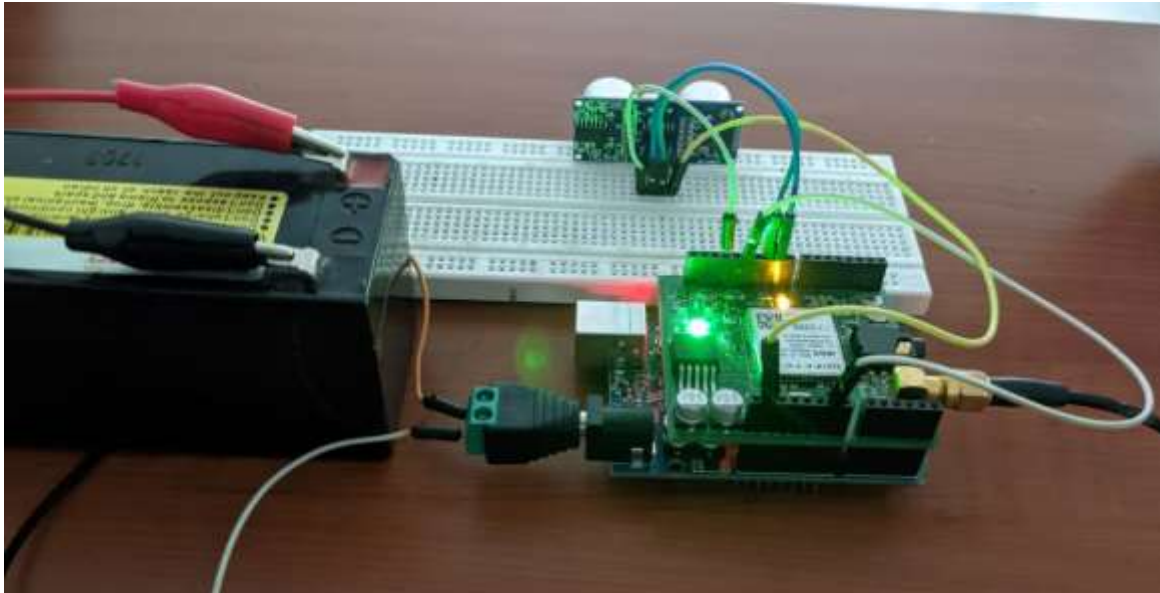
Montaje diseño del prototipo



Fuente: Propia

Figura 45.

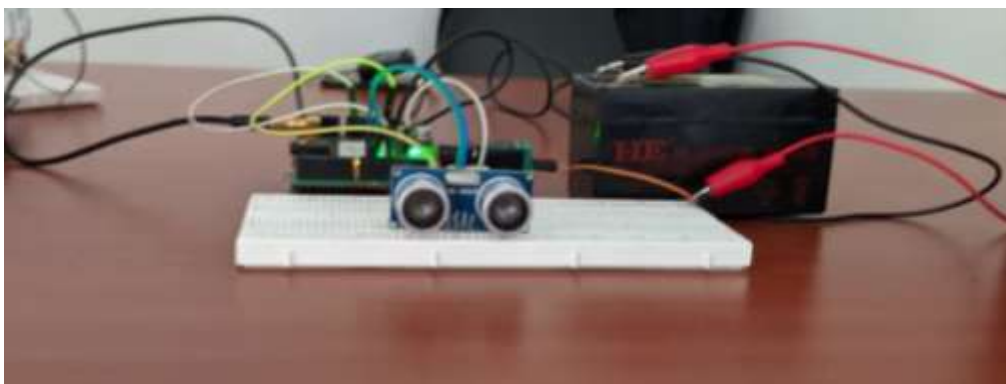
Montaje tarjeta M95, batería y sensor ultrasónico



Fuente: Propia

Figura 46.

Prototipo sistema de alerta temprana

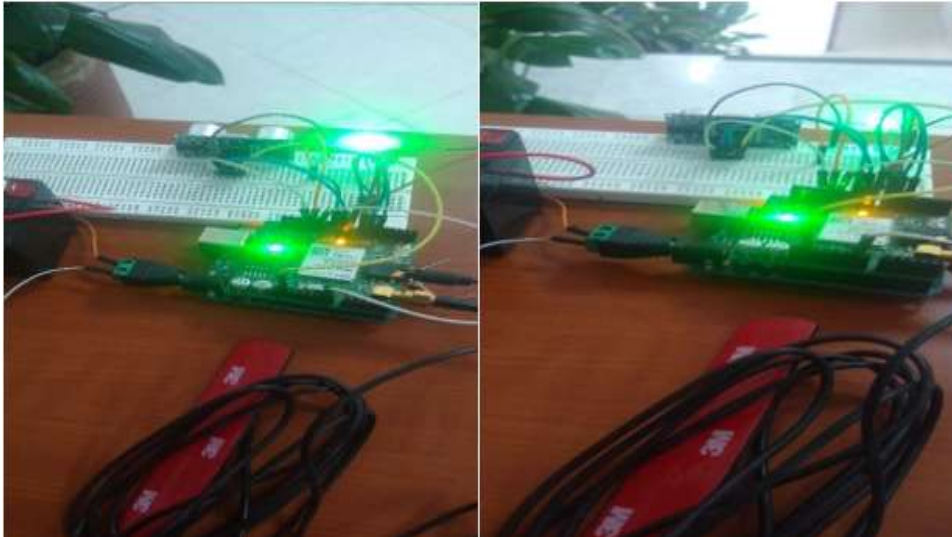


Fuente: Propia

- ❖ En las imágenes podemos ver que realizamos la prueba de que nuestro sensor ultrasónico funciona perfectamente, agregamos led, y encendemos.

Figura 47.

Pruebas funcionamiento



Fuente: Propia

- ❖ Durante el montaje del sistema se realizó pruebas de sonido ya que nuestro Modulo M95 trae integrado micrófono a través del cual podemos realizar llamadas y escuchar que sonidos ahí alrededor del módulo, también trae regulador de voltaje incluido.

Figura 48.

Prueba de sonido



Fuente: Propia

Figura 49.

Pruebas de sonido mediante manos libres



Fuente: Propia

❖ Montaje del prototipo

Figura 50.

Evidencia montaje prototipo



Fuente: Propia

Figura 51.

Evidencia 2 montaje prototipo

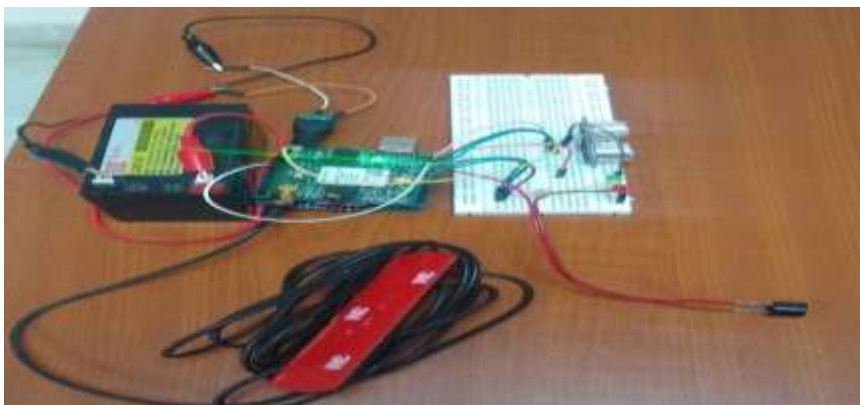


Fuente: Propia

- ❖ En la siguiente imagen podemos observar el montaje completo de nuestro prototipo incluyendo, batería de alimentación 12v, Arduino Uno, Modulo M95 con su antena, led verde, naranja, y rojo, sensor ultrasónico HC-SR04 y el buzzer. Lo encendemos.

Figura 52.

Montaje completo del prototipo



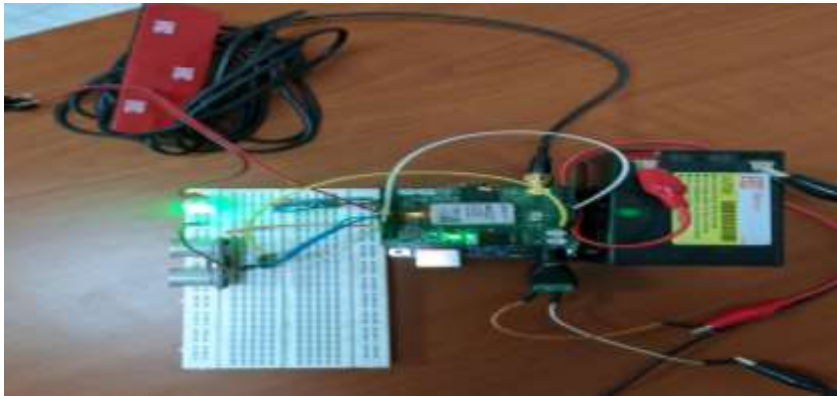
Fuente: Propia

Sistema de telemetría para alertas tempranas

- ❖ En esta imagen evidenciamos que se enciende el led verde donde nos indica que la distancia del sensor al objeto en este caso el nivel del rio es menor o igual que 250 centímetros y mayor que 175 centímetros. Y se genera la primera alerta (Alerta verde).

Figura 53.

Alerta verde



Fuente: Autor

- ❖ En esta imagen se observa el led naranja el cual nos indica que el caudal del rio se encuentra a un nivel menor o igual que 175cm y mayor que 100 cm. Se genera la segunda alerta (Alerta naranja).

Figura 54.

Alerta naranja

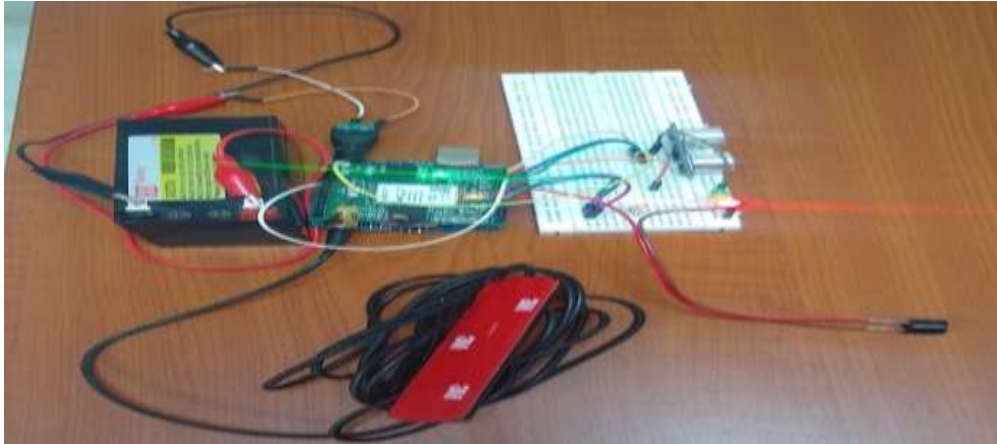


Fuente: Propia

- ❖ En esta imagen se enciende el led rojo que nos indica que el nivel del rio esta a una distancia menor o igual a 100cm. Donde tambien se activara el buzzer, alerta sonora. Y asi se generara la tercer alerta (Alerta roja)

Figura 55.

Alerta roja



Fuente: Propia

Figura 56.

Montaje sistema de alerta temprana



Fuente: Propia

Figura 57.

Receptor de la señal emitida



Fuente: Propia

- ❖ En la siguiente imagen se evidencia el mensaje enviado desde nuestro modulo M95 de alerta roja caudal muy alto del rio chorrera. Peligro evacuar.

Figura 58.

Mensaje alerta caudal del rio



Fuente: Propia

- ❖ También podemos evidenciamos que el módulo M95 también puede realizar llamadas.

Figura 59.

Alerta caudal del rio llamada



Fuente: Autor

Anexo D: Anexo video

- ❖ Por último, tenemos evidencia del funcionamiento del prototipo.

<https://www.youtube.com/watch?v=s3gbHNI8GQI>