



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS

COMPUTACIONALES

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE CAUDAL DE RÍO SAN PABLO

Proyecto de investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero en Informática y Sistemas Computacionales.

AUTORES:

Chusin Lisintuña William Rolando

Pilaguano Vega Jonathan Javier

TUTOR:

Ing Mgr. Aurelio Camacho Reina

**LA MANÁ-ECUADOR
FEBRERO-2020**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Los estudiantes Chusin Lisintuña William Rolando y Pilaguano Vega Jonathan Javier declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE CAUDAL DE RÍO SAN PABLO, siendo el Ing Mgr. Aurelio Camacho Reina tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Chusin Lisintuña William Rolando
C.I: 050428651-9




Pilaguano Vega Jonathan Javier
C.I: 050376981-2

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: : IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE CAUDAL DE RÍO SAN PABLO, de los estudiantes: Chusin Lisintuña William Rolando y Pilaguano Vega Jonathan Javier, de la carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, Febrero del 2020



Ing. Mg. Camacho Reina Aurelio Gregorio
C.I: 091932346-4
TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Chusin Lisintuña William Rolando y Pilaguano Vega Jonathan Javier con el título de Proyecto de Investigación: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE CAUDAL DE RÍO SAN PABLO, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, Febrero del 2020

Para constancia firman:



Ing. Mgtr. Cajas Jaime Mesías

C.I: 0502359250

LECTOR 1(PRESIDENTE)



Ing. MSc. Bajaña Zajia Johnny Xavier

C.I: 1204827115

LECTOR 2



Ing. MSc. Defaz Toapanta Verónica Elizabeth

C.I: 0502667298

LECTOR 3 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios por permitirnos cumplir nuestras metas. Agradecemos a nuestros padres por su apoyo incondicional. Agradecemos también a la institución y a sus docentes que siempre nos apoyaron y nos transmitieron sus conocimientos, a nuestros amigos y compañeros en general

**William
Javier**

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo en primer lugar a Dios, por permitirnos el logro de nuestras metas.

A nuestros padres, por su apoyo incondicional.

A nuestros hermanos y hermanas que siempre creyeron en mí hasta en los peores momentos de mi vida.

A nuestro tutor el Ingeniero Máster Aurelio Camacho Reina y de manera muy especial a los ingenieros Edel Rodríguez Sánchez, Johnny Bajaña y Jaime Mesías Cajas, por sus orientaciones y apoyo en todo sentido sin los cuales no hubiera sido posible la realización de este proyecto.

Y por último, y no por eso menos especial, dedicamos este trabajo a todas aquellas personas que siempre creyeron en nosotros.

Gracias.

**William
Javier**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE CAUDAL DE RÍO SAN PABLO”

Autores:

Chusin Lisintuña William Rolando

Pilaguano Vega Jonathan Javier

RESUMEN

La presente investigación consiste en la implementación de un sistema de monitoreo del caudal en el río San Pablo. Para la realización del mismo se procedió inicialmente a realizar un mapeo de los niveles de caudal en distintas partes a lo largo del río en diferentes momentos. Con lo anterior se pudo observar que eran realmente usuales los desbordamientos, los que se hacían más intensos en los meses del año correspondientes al invierno. Con el objetivo de monitorear estos valores de caudal se instalan en una zona lo bastante distante y en ascenso por el río, los sensores que son los encargados de medir dicho nivel y almacenar esta información en una nube destinada con este fin. Se realizaron mediciones de la velocidad y caudal del Río San Pablo a una distancia aproximada de 5 km de manera ascendente en el curso del río. Estas mediciones permitieron realizar una evaluación del comportamiento del río y hacer un estimado del tiempo de recorrido de un posible golpe de agua. Se siguieron dos metodologías para la realización de estas mediciones; La primera consistió en el diseño de un dispositivo formado principalmente por un fluviómetro para obtener los valores de velocidad del agua, y una tarjeta de arduino que procesa y visualiza dichos datos. El segundo método se basa en la utilización de una aplicación móvil que da un estimado de la velocidad de un flujo natural de agua. Para el posicionamiento de los sensores en sus respectivas ubicaciones se tuvieron varios parámetros en cuenta como fueron la disposición de energía eléctrica e internet para el Gateway, y el alcance los sensores por parte de este. Los datos recuperados por los sensores son almacenados en un espacio en la nube que ya cuenta con las políticas de seguridad necesarias para restringir el acceso a estos. Además, también cuenta con una interfaz WEB que permite visualizar el valor actual del caudal en cada momento desde la instalación de dichos sensores.

Palabras clave: caudal, sensores, desbordamiento, Gateway

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE CAUDAL DE RÍO SAN PABLO”

Autores:

Chusin Lisintuña William Rolando

Pilaguano Vega Jonathan Javier

ABSTRACT

This research consists in the implementation of a flow monitoring system in the San Pablo river. To carry out the same, the flow levels were initially mapped in different parts along the river at different times. With the above it was observed that overflows were really common, which became more intense in the months of the year corresponding to winter. In order to monitor these flow values, the sensors that are in charge of measuring this level and storing this information in a cloud destined for this purpose are installed in an area quite distant and rising up the river. Measurements of the speed and flow of the San Pablo River were made at an approximate distance of 5 km upwards in the course of the river. These measurements allowed an evaluation of the behavior of the river and an estimate of the travel time of a possible water strike. Two methodologies were followed to perform these measurements; The first consisted of the design of a device formed mainly by a flowmeter to obtain the water velocity values, and an arduino card that processes and visualizes said data. The second method is based on the use of a mobile application that gives an estimate of the speed of a natural water flow. For the positioning of the sensors in their respective locations, several parameters were taken into account, such as the availability of electricity and internet for the Gateway, and the range of the sensors by the Gateway. The data recovered by the sensors is stored in a space in the cloud that already has the necessary security policies to restrict access to them. In addition, it also has a WEB interface that allows you to visualize the current value of the flow rate at any time from the installation of these sensors.

Keywords: system, monitoring, control, alert, river

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná; en forma legal CERTIFICO que: La traducción de la descripción del Proyecto de Investigación al Idioma Inglés presentado por los señores: Chusin Lisintuña William Rolando y Pilaguano Vega Jonathan Javier cuyo título “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE CAUDAL DE RÍO SAN PABLO”; lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

La Maná, Febrero 2020

Atentamente



Mg. Lic. Sebastián Fernando Ramón Amores
C.I: 050301668-5

COORDINADOR DE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS UTC LA MANÁ

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
CERTIFICACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
AVAL DE TRADUCCIÓN	x
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. RESUMEN.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	2
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
6. OBJETIVOS.....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICO TÉCNICA.....	5
8.1. SAT	5
8.1.1. Beneficios de un SAT.....	6
8.1.2. Sistemas de alerta temprana comunitarios	6

8.1.3.	Elementos de un SAT comunitario	6
8.1.4.	Lectura y registro.....	7
8.1.5.	¿Cómo implementamos los sistemas de alerta temprana?	7
8.1.6.	Aspectos obligados a tener en cuenta.....	9
8.2.	CAUDAL	10
8.2.1.	Medición del caudal con molinete hidrométrico	10
8.2.2.	Selección del sitio.....	10
8.2.3.	Medición de la sección transversal.....	11
8.2.4.	Medición de la velocidad	12
8.2.5.	Instrumentos para la medición de la velocidad	13
8.2.6.	Medición de la caudal.....	13
8.2.6.1.	Métodos para medir el caudal	13
8.2.6.2.	Medición de caudal por el método volumétrico	13
8.2.6.3.	Medición de caudal por el método área-velocidad o flotadores:.....	14
8.3.	REDES INALÁMBRICAS DE SENSORES	15
8.3.1.	Clasificación de las estrategias de enrutamiento en WSN	16
8.3.1.1.	Redes planas	17
8.3.1.2.	Redes jerárquicas.....	18
8.3.2.	Localización en redes inalámbricas de sensores	18
8.3.3.	Técnicas de estimación de la posición de los sensores.....	19
8.3.3.1.	Trilateración	19
8.3.3.2.	Triangulación.....	20
8.3.3.3.	Análisis de la escena.....	21
8.3.3.4.	Análisis de la escena.....	21
8.3.3.5.	El Gateway dentro de una red de sensores	22
8.4.	IMPORTANCIA SOCIO ECONÓMICA PARA EL MEDIO AMBIENTE Y EL SER HUMANO.....	22
8.5.	GSM	23
8.5.1.	Qué es el estándar GSM	23
8.5.2.	El concepto de red celular	24
8.5.2.1.	Red celular.....	24
8.5.2.2.	Arquitectura de la red GSM	24
8.5.2.3.	Tarjeta SIM.....	25
8.5.2.4.	Sensores de nivel de agua.....	25

8.5.2.5. Cómo funciona y cuál es el uso de un sensor de agua?.....	26
8.5.3. ¿Qué es y cómo funciona un sensor de agua?.....	26
8.5.3.1. Sensor de agua por flotador.....	27
8.5.3.2. Sensor de agua por presión.....	27
8.5.3.3. Sensor de agua por burbujeo.....	27
8.5.3.4. Sensor de agua capacitivo.....	27
8.5.3.5. Sensor de agua conductivo.....	27
8.5.3.6. Sensor de agua por ultrasonidos.....	28
8.5.4. Principales aplicaciones del sensor de agua.....	28
8.5.4.1. Obras civiles.....	28
9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.....	28
10. HIPÓTESIS.....	28
11. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	29
11.1. ESTUDIO EXPLICATIVO.....	29
11.1.1. Estudio descriptivo.....	29
11.1.2. Exploratorio.....	29
11.1.3. Métodos de investigación.....	30
11.1.4. Método Científico.....	30
11.1.5. Método de Inducción.....	31
11.1.6. Método Deducción.....	31
11.1.7. Método Análisis.....	31
11.1.8. Técnicas e instrumentos de la investigación.....	31
11.1.8.1. Observación.....	31
11.1.8.2. Entrevista.....	32
11.1.8.3. Encuesta.....	32
12. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	32
12.1. SELECCIÓN DE LOS PUNTOS PARA MEDIR EL CAUDAL DEL RÍO.....	32
12.2. MEDICIONES DEL CAUDAL DEL RÍO.....	35
12.3. CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS.....	37
13. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES, O ECONÓMICOS).....	38
13.1. IMPACTO TÉCNICO.....	38

13.2.	IMPACTO SOCIAL	39
13.3.	IMPACTO AMBIENTAL	39
13.4.	IMPACTO ECONÓMICO	40
14.	PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	41
15.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
15.1.	CONCLUSIONES	42
15.2.	RECOMENDACIONES	42
16.	BIBLIOGRAFÍA.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios directos e indirectos.....	3
Tabla 3: Mediciones de Velocidad	37
Tabla 4: Presupuesto.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sección transversal del río	12
Figura 2. Trilateración. La distancia a tres balizas	20
Figura 3. Triangulación. Dos ángulos y la distancia a dos balizas (nodos blancos)	20
Figura 4. Estándar GSM	25
Figura 5. Sensor de nivel de agua.....	26
Figura 6: Punto de inicio del recorrido	33
Figura 7: Mapa de la intersección con el afluente del Río Chiquiraguas	33
Figura 8: ubicación del segundo punto cercano al puente de Puenbo	34
Figura 9: Intersección de los ríos en el puente de Puenbo	34
Figura 10: Tramo del Río San Pablo próximo al puente	35
Figura 11: Puntos de instalación de los sensores y la alarma.....	35
Figura 12: Sección seleccionada del río	36
Figura 13: Flujómetro para Arduino.....	36
Figura 14: Conexión del Flujómetro en el dispositivo	36
Figura 15: Instalación del sensor en la estructura de concreto	38
Figura 16: Infraestructura para la instalación del Gateway.....	38

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE CAUDAL DE RÍO SAN PABLO

Fecha de inicio: 25 de marzo del 2019
Fecha de Finalización: Febrero del 2020
Lugar de ejecución: Río San Pablo – cantón La Maná – provincia Cotopaxi
Unidad Académica que auspicia: Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas
Carrera que auspicia: Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales
Proyecto de investigación vinculado: Sistema de Alerta Temprana para el Río San Pablo en La Maná

Equipo de Trabajo:

Tutor de Titulación:
Apellidos y Nombres: Ing. Mg. Camacho Reina Aurelio Gregorio
Cédula: 091932346-4
Correo: camachoaurelio@gmail.com
Teléfono: 098 961 8049

Estudiante:
Apellidos y Nombres: Jonathan Javier Pilaguano Vega
Cédula: 050376981-2
Correo: jonathan.pilaguano9812@utc.edu.ec
Teléfono: 099 194 7150

Estudiante:
Apellidos y Nombres: Chusin Lisintuña William Rolando
Cédula: 050428651-9
Correo: william.chusin6519@utc.edu.ec
Teléfono: 098 554 2473
Área de Conocimiento: Sistemas integrados

Línea de investigación:

Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs)

Sub líneas de investigación:

Diseño, implementación y configuración de redes y seguridad computacional, aplicando normas y estándares internacionales

2. RESUMEN

La presente investigación consiste en la implementación de un sistema de monitoreo del caudal en el río San Pablo. Para la realización del mismo se procedió inicialmente a realizar un mapeo de los niveles de caudal en distintas partes a lo largo del río en diferentes momentos. Con lo anterior se pudo observar que eran realmente usuales los desbordamientos, los que se hacían más intensos en los meses del año correspondientes al invierno. Con el objetivo de monitorear estos valores de caudal se instalan en una zona lo bastante distante y en ascenso por el río, los sensores que son los encargados de medir dicho nivel y almacenar esta información en una nube destinada con este fin.

Se realizaron mediciones de la velocidad y caudal del Río San Pablo a una distancia aproximada de 5 km de manera ascendente en el curso del río. Estas mediciones permitieron realizar una evaluación del comportamiento del río y hacer un estimado del tiempo de recorrido de un posible golpe de agua. Se siguieron dos metodologías para la realización de estas mediciones; La primera consistió en el diseño de un dispositivo formado principalmente por un flujómetro para obtener los valores de velocidad del agua, y una tarjeta de arduino que procesa y visualiza dichos datos. El segundo método se basa en la utilización de una aplicación móvil que da un estimado de la velocidad de un flujo natural de agua.

Para el posicionamiento de los sensores en sus respectivas ubicaciones se tuvieron varios parámetros en cuenta como fueron la disposición de energía eléctrica e internet para el Gateway, y el alcance los sensores por parte de este. Los datos recuperados por los sensores son almacenados en un espacio en la nube que ya cuenta con las políticas de seguridad necesarias para restringir el acceso a estos. Además, también cuenta con una interfaz WEB que permite visualizar el valor actual del caudal en cada momento desde la instalación de dichos sensores.

Palabras clave: caudal, sensores, desbordamiento, gateway

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Los continuos cambios en el ámbito climático, es un fenómeno que se reproduce en todo el planeta a consecuencia de diversos factores como la intervención humana o por causas naturales, dentro de los aspectos relacionados con la intervención humana se pueden mencionar el uso indiscriminado de agentes tecnológicos y químicos quienes son causantes del efecto invernadero los mismos que alteran el clima en general.

Como resultado de estas acciones se manifiestan sequias y lluvias extremas que afectan a las zonas más bajas en las regiones las mismas que se prolongan por largos periodos de tiempo y hacen que los caudales de los ríos se desvíen de su cauce normal ocasionando pérdidas materiales, económicas y sobre todo víctimas humanas.

Como respuesta a estos fenómenos impredecibles es necesario buscar alternativas que permitan de alguna manera mitigar los daños que estos puedan ocasionar y por tal razón estar más preparados para enfrentar estos posibles acontecimientos, dicha alternativa que se plantea es la implementación de sistemas de monitoreo de caudales compuestos por sensores de medición de precipitaciones y flujos de caudales en los ríos, los mismos que permitirán alertar oportunamente ante un posible desastre. Para la ubicación de los sensores se tomará en cuenta los sectores en los cuales se produjeron eventos catastróficos y en los cuales se ocasionaron daños materiales a las poblaciones, el diseño de la conectividad permitirá recabar información de los sensores en tiempo real los mismos que se almacenarán en un datalogger para posteriormente ser centralizarlos a un servidor de datos.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Con la implementación del Sistema de alerta temprana se pretende beneficiar de forma directa e indirectamente a una parte sumamente importante de la población.

Beneficios directos

- Estudiantes de la Carrera de Informática y sistemas Computacionales de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.
- Los habitantes del cantón La Maná especialmente el Barrio la Esmeraldas puesto que habitan en la ribera del río San Pablo del cantón La Maná.

Beneficios indirectos

- Docentes del área de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.
- Docentes de la carrera de Ingeniería de Informática y Sistemas Computacionales de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.

Tabla 1. Beneficiarios directos e indirectos

BENEFICIARIOS		N.- DE PERSONAS
DIRECTOS	Habitantes del barrio la Esmeralda	484
INDIRECTOS	Habitantes del cantón	41732
TOTAL		42,216

Fuente: Encuestas-a la población

Elaborado por: Los autores

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Actualmente a nivel internacional se han diseñado varios sistemas de monitoreo para salvaguardar la vida de las personas, por ejemplo, en América Latina se registran ya varios sistemas en tiempo real con este fin, Un ejemplo de esto lo es el sistema implementado en Milpillitas ubicado a 5km aproximadamente del municipio de Jiménez del Téul en el estado de Zacatecas, México, este fue diseñado para la adquisición de datos referentes a la calidad del agua como temperatura y PH del agua en el río. (Navarro, 2018)

Nuestro país es reconocido históricamente por su diversidad climatológica y sus magníficas cuencas hidrográficas entre las que se encuentra el río San Pablo ubicado en el cantón La Maná de la provincia de Cotopaxi. Este tiene una longitud aproximada de 28.27 kilómetros y se encuentra en un estado de sequía sin embargo en los inicios de la etapa invernal el río se provocan desbordamientos, que repercuten como daño a la población del cantón y sus alrededores. El Sistema Nacional de Alerta Temprana (SAT) en Ecuador prevé desbordamientos de los ríos en cuencas priorizadas y tsunamis como parte de un programa que desarrolla el Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 como líder y ejecutor. (ECU911, 2019)

Se pudo constatar que en el cantón La Maná no existe ningún sistema que permita el registro de los niveles del Río San Pablo. Lo anterior es un gran inconveniente para la implementación

de un sistema de alerta temprana que permita a la población tomar las medidas de seguridad necesarias antes de la ocurrencia de un desbordamiento del caudal del río. Debido a esto la Coordinación de Investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná planteó la implementación de un sistema mediante redes de sensores inalámbricos que permita el registro de estos niveles de caudal.

6. OBJETIVOS

Objetivo General

- Implementar un sistema para el monitoreo de los niveles de caudal del Río San Pablo mediante una red de sensores inalámbricos.

Objetivos Específicos

- Realizar una revisión bibliográfica para determinar el estado actual del monitoreo de caudal del Río San pablo en el cantón La Maná.
- Calcular el tiempo del recorrido del río mediante mediciones del caudal en distintos puntos.
- Implementar una Red de Sensores Inalámbricos que permita monitorear los valores en tiempo real del caudal del río.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2: Actividades y tareas

Objetivo específico 1	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Medio de verificación
Realizar una revisión bibliográfica para determinar el estado actual del monitoreo de caudal del Río San pablo en el cantón La Maná.	Consultar en la página oficial del INAMHI para determinar si existen registros del caudal del Río San pablo en La Maná	Verificación de la existencia o no de mediciones de caudal del río en el tramo del cantón por un sistema nacional	Informe de resultados
	Consultar lo documentación del GAD Municipal para determinar si existen registros del caudal del Río San pablo	Verificación de la existencia o no de mediciones de caudal del río en el tramo del cantón por un sistema municipal	Informe de resultados
Objetivo específico 2	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Medio de verificación
Calcular el tiempo del recorrido de un golpe de agua del río mediante mediciones del caudal en distintos puntos.	Determinar los puntos donde se realizarán las mediciones de caudal del río	Puntos del río donde se realizarán las mediciones de caudal	Informe de resultados
	Diseñar un instrumento que permita medir el caudal del río	Instrumento para realizar las mediciones	Informe de resultados
	Realizar las mediciones del caudal en los puntos seleccionados	Valores de caudal en distintos puntos del río	Informe de resultados
Objetivo específico 3	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Medio de verificación
Implementar una Red de Sensores Inalámbricos que permita monitorear los valores en tiempo real del caudal del río	Determinar los puntos para la ubicación de los sensores	Puntos para la ubicación de los resultados	Informe de resultados
	Construir las infraestructuras para la instalación de los sensores y el Gateway	Infraestructuras para la instalación de los sensores y el gateway	Informe de resultados
	Realizar pruebas de conectividad entre los sensores y el Gateway	Valores de caudal en tiempo real	Informe de resultados
	Verificar la veracidad de los valores registrados en la nube	Valores de caudal del río almacenados en la nube	Aplicativo WEB con la información

Fuente: Diseño de la investigación

Elaborado por: Los autores

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICO TÉCNICA

8.1. SAT

“Un sistema de alerta temprana es un conjunto de mecanismos (sensores) y acciones que están orientadas para advertir de forma oportuna a una población sobre un peligro causado por un desastre inminente o en desarrollo, de modo que las comunidades y las organizaciones amenazadas se preparen y actúen de forma organizada y con suficiente tiempo para realizar

procedimientos previamente definidos y reducir la posibilidad de que se produzcan pérdidas humanas, materiales o daños de consideración.” (Morón & Loo-Kung, 2003)

“Los SAT son procesos que funcionan todo el tiempo, ya que de esto depende su capacidad de informar con poco tiempo de anticipación sobre la inminencia de un peligro, y deben ser mejorados continuamente, aprendiendo de experiencias anteriores.” (Morón & Loo-Kung, 2003).

8.1.1. Beneficios de un SAT

- Permiten actuar a tiempo y de forma apropiada en caso de emergencias.
- Reducen la posibilidad de pérdidas humanas y daños en la propiedad o en los medios de vida.
- Permiten el fortalecimiento de la organización comunitaria con la participación de las autoridades locales y los vecinos ante posibles emergencias.
- El monitoreo y vigilancia de las amenazas también genera información que es recolectada en bases de datos y permite simular escenarios de inundación y sus posibles resultados. Este tipo de visión proactiva hace que el SAT sirva como herramienta ante emergencias reales y que permita anticiparlas.
- Crean conciencia entre las poblaciones sobre las necesidades de iniciar actividades en el tema de reducción de desastres.

8.1.2. Sistemas de alerta temprana comunitarios

Los sistemas de alerta temprana SAT tienen como finalidad principal salvar vidas humanas, reducir o evitar que se produzcan lesiones personales y disminuir al máximo las pérdidas de recursos importantes desde el punto de vista social y económico, a través de la difusión oportuna y adecuada de la información de la alerta, esto quiere decir, que debe contarse con el tiempo suficiente para que la población ponga en marcha las acciones necesarias de protección.

8.1.3. Elementos de un SAT comunitario

Para la implementación de un SAT, independientemente del grado de tecnificación, de las particularidades de la región o cuenca, del acceso geográfico, de la disponibilidad de

información geofísica, de las comunicaciones existentes y de los recursos disponibles, se aconseja el seguimiento de varias tareas, con el objetivo de sacar provecho máximo de la información disponible.

8.1.4. Lectura y registro

Cuando se incrementa el nivel del río es necesario hacer un seguimiento hidrológico para detectar los lugares donde ocurrirá una posible inundación. Los instrumentos necesarios para realizar la lectura y registro son:

Pluviómetros: instrumentos de medición de precipitaciones (cantidad de agua caída expresada en milímetros). La lectura del pluviómetro se realiza tres veces al día (6 a.m., mediodía y 6 p.m.) y los datos se guardan en una bitácora. Luego son procesados y transmitidos al centro de operaciones.

Escalas hidrométricas: son reglas de madera o aluminio que permiten medir el nivel (altura) del agua del río. La regla debe ser lo suficientemente larga como para medir el nivel del río cuando alcanza su máxima altura. Las medidas de las escalas se recogen con la misma frecuencia diaria que los pluviómetros”. (Inundaciones, 2010).

8.1.5. ¿Cómo implementamos los sistemas de alerta temprana?

Hemos pretendido construir la herramienta sistema de alerta temprana SAT con el aporte de un conjunto de experiencias y prácticas, Sin embargo, queremos mencionar que el proceso que, paso a paso señalamos a continuación, no se trata de una fórmula que hay que cumplir al pie de la letra, sino más bien, es un punteo de una ruta a seguir o una guía que a manera de lista de chequeo, sirve de orientación a todas y todos los que vamos a realizar un análisis, estudio, diagnóstico o evaluación de riesgo.

Los sistemas de alerta temprana son el soporte de toda intervención que tenga como propósito reducir riesgos. Es la herramienta que complementa los esfuerzos y propuestas en torno a los planes de preparativos ante emergencias, análisis de riesgos, programas de recuperación y/o reconstrucción y, en general, de toda propuesta y planes de desarrollo. Al mismo tiempo, son un instrumento de toma de conciencia sobre los riesgos, y un motor para impulsar y promover

la participación de la gente y su compromiso con una vida más segura, la mejora de su calidad de vida y con el desarrollo humano sostenible.

Los elementos fundamentales a procesar u obtener como información básica para el estudio de las inundaciones en una cuenca rural son: el mapa de la cuenca (en soporte duro y digital) a una escala apropiada, fotoplano si existe, el análisis puntual y regional de las lluvias máximas, la obtención de los parámetros morfométricos, las características del suelo y la vegetación, la geología, las características de los embalses (de existir) y la información que aportarán las estaciones de medición. Estos elementos servirán para poder modelar el complejo sistema que permitirá el análisis y pronóstico de las avenidas en cierres de interés y las diferentes alternativas de solución, sobre bases científicas, ambientales y tecnológicas más objetivas. (Garrido Monagas & León Méndez, 2013).

En relación con el análisis integral del control y pronóstico de las avenidas tomando en consideración todos los elementos que intervienen en su formación, y utilizando modelos hidrológicos para eventos extremos máximos que permiten este procesamiento del sistema cuenca como un todo, la experiencia en el país es limitada. (Garrido Monagas & León Méndez, 2013).

A nivel internacional el tratamiento de este tipo de problema se está llevando a cabo con la aplicación de tecnologías computacionales, tales como los sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA), los softwares de la familia HEC (Hydrologic Engineering Center), el SWMM (Modelo de Gestión de Tormentas de Agua) y el SWM (Modelo de cuenca Stanford), con el apoyo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). (Garrido Monagas & León Méndez, 2013).

En 1997, la Guía de Principios de las Naciones Unidas para una Alerta Temprana Efectiva, declaraba que el objetivo de las alertas “es facultar a los individuos y a las poblaciones amenazadas por peligros naturales o similares, para actuar con suficiente tiempo y de una manera apropiada, de tal manera que se reduzca la posibilidad de daño personal, pérdida de una vida, daño a propiedad o daño al medio ambiente cercano y frágil.” (Hall, 2006)

En ese mismo año, el Grupo de Trabajo de la IDNDR sobre Capacidades en Alerta Temprana compiló años de debate internacional y recomendaciones de expertos en un reporte sobre la experiencia global y práctica actual sobre el tema. Así mismo hizo

recomendaciones para mejoras, poniendo particular énfasis en cómo cerciorarse de que las advertencias ante peligros contribuyan a la reducción de riesgos. El resultado fue una discusión seria y detallada acerca de alertas tempranas, pero, desafortunadamente, enmarcada dentro de los términos de sistemas y subsistemas específicos más que en términos de capacidades. (Hall, 2006).

8.1.6. Aspectos obligados a tener en cuenta

Los sistemas de alerta temprana deben de diseñarse sobre la base del “conocimiento científico” y el “conocimiento tradicional o ancestral”. Como ya hemos mencionado anteriormente, la alerta temprana es mucho más que una cuestión científica o tecnológica relacionada con el monitoreo de las amenazas, los pronósticos, las telecomunicaciones y la climatología. Se trata más bien de la implementación de un conjunto de medidas de preparativos y comunicación sobre la base del conocimiento de la realidad y de sus riesgos, siendo lo más importante, la participación ciudadana y el aprovechamiento pleno y validación de los conocimientos ancestrales y tradicionales, e indicadores locales en ese ejercicio de predicción.

Implementar un SAT demanda de un componente técnico y de un trabajo con la población que habita el territorio, que lo conoce y es capaz de interpretarlo en su comportamiento y manifestación, que lo construyó y es capaz de transformarlo también; que puede recrear sus propias medidas para protegerse y fortalecerse, y que conoce sus códigos y el lenguaje con el cual comunicarse y organizarse. Debe pues ser el resultado de la conjunción de ambos.

Existe la creencia difundida que los “profesionales”, los “científicos” o “los técnicos” tienen la propiedad del conocimiento y que el conocimiento de los pobladores no tiene validez, generando, entre otros, una posición de inferioridad y de baja autoestima.

Un sistema de alerta temprana localmente eficiente y socialmente relevante requiere la participación de la comunidad y el aporte de especialistas (ingenieros, geólogos, hidrólogos, agrónomos, sociólogos, antropólogos, etc., según sea el caso); es decir, la conjunción perfecta entre el saber popular y el saber científico. (Accion, 2014).

8.2. Caudal

“Como definición general, se conoce como caudal, a la cantidad de fluido que circula a través de una sección de un ducto, ya sea tubería, cañería, oleoducto, río, canal, por unidad de tiempo. Generalmente, el caudal se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área determinada en una unidad de tiempo específica.

El caudal de un río puede aumentar o disminuir dependiendo de la estación del año, por ejemplo, los ríos que se alimentan principalmente del deshielo de las capas de nieve, aumentan su caudal en primavera, mientras que ríos cuya agua procede de las precipitaciones de aguas meteóricas, presentan niveles máximos de caudal en épocas de lluvias y niveles mínimos en las estaciones o meses más secos. Es por esto que, si la fuente hídrica se localiza en zonas con altos índices de precipitación a lo largo del año, el caudal será constante y regular, y si se localiza en zonas donde la precipitación sea irregular, sufrirá fuertes crecidas en las épocas de lluvia y bajará su nivel de agua el resto del año; este fenómeno se conoce como estiaje”. (S.A.S., 2019).

8.2.1. Medición del caudal con molinete hidrométrico

La profundidad del río en la sección transversal se mide en verticales con una barra o sonda. Al mismo tiempo que se mide la profundidad, se hacen mediciones de la velocidad con el molinete en uno o más puntos de la vertical. La medición del ancho, de la profundidad y de la velocidad permite calcular el caudal correspondiente a cada segmento de la sección transversal. La suma de los caudales de estos segmentos representa el caudal total. (IDEAM, 2018).

8.2.2. Selección del sitio

No es necesario que la medición del caudal se haga en el lugar exacto en que se ha instalado la estación de aforo, ya que el caudal es normalmente el mismo en las proximidades de la estación. Los sitios seleccionados para las mediciones de caudal deben tener las siguientes características. (IDEAM, 2018)

- a) velocidades paralelas en todos los puntos y que formen ángulo recto con la sección transversal de la corriente;

- b) curvas regulares de distribución de velocidad en la sección, en los planos vertical y horizontal;
- c) velocidades superiores a 0,150 m s⁻¹;
- d) lecho del río uniforme y estable;
- e) profundidad superior a 0,300 m;
- f) ausencia de plantas acuáticas;
- g) existencia mínima de nieve enlodada o cristales de hielo (véase la sección 11.2.5.1).

8.2.3. Medición de la sección transversal

La exactitud de las mediciones del caudal depende en gran parte del número de verticales en que se hagan observaciones de la profundidad y la velocidad. Las verticales de observación deben localizarse de modo que se pueda definir debidamente la variación en elevación del lecho de la corriente y la variación horizontal en velocidad. En general, el espacio entre dos verticales sucesivas no debe superar 1/20 del ancho total, y el caudal entre esos dos verticales no deberá ser superior al 10 por ciento del caudal total. (Gonzales, 2015).

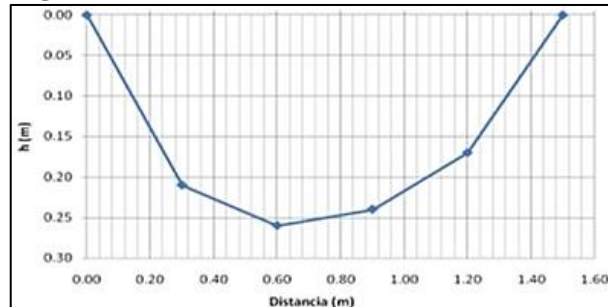
El ancho del cauce y la distancia entre las verticales deben ser obtenidos por mediciones hechas a partir de un punto fijo de referencia (generalmente un punto inicial en la margen), que deberá hallarse en el mismo plano de la sección transversal. (IDEAM, 2018).

Normalmente, la distancia entre las verticales se determina con la ayuda de una cinta graduada o de una cadena que se tiende. Provisionalmente a través del cauce, o de marcas semipermanentes pintadas en el pasamanos de un puente o en un cable de suspensión. En ríos grandes puede usarse el sistema telemétrico o de prácticas de triangulación para medir el ancho. (IDEAM, 2018).

Si la medición se realiza mediante vadeo, la profundidad puede ser medida directamente con una varilla graduada colocada en el lecho de la corriente. Si se utiliza el sistema de sonda con alambre de plomo y tambor para la medición, el metro y la plomada se hacen descender hasta que la parte inferior de la plomada roce apenas la superficie del agua y la aguja indicadora de

profundidad se colocará en cero; seguidamente, se sumergirá la plomada hasta que descansa en el lecho del río y se anotará la profundidad registrada por la aguja. (Gonzales, 2015).

Figura 1. Sección transversal del río



Fuente: Bibliografía citada

Si la plomada unida a la sonda no pesa lo suficiente para mantenerse perpendicular a la superficie del agua, el ángulo que forma la sonda con la vertical se medirá con un transportador redondeando al grado más cercano. La relación entre la profundidad exacta, d , y la profundidad observada, donde, basada en el ángulo medido, φ , y en la distancia entre la superficie del agua y el punto de suspensión de la línea de sondeo, x , se observa en la figura 11.2 y se determina con la siguiente fórmula: (IDEAM, 2018)

$$d = [d_{ob} - x(\text{sen } \varphi - 1)][1 - k]$$

Ecuación 1. Cálculo del caudal por punto de suspensión

8.2.4. Medición de la velocidad

La velocidad del flujo en un punto determinado se mide generalmente contando el número de revoluciones del rotor de un molinete durante un corto período de tiempo medido con un cronómetro. Los molinetes más utilizados son de dos tipos: el de cazoletas, con eje vertical, y el de hélice, con eje horizontal. Ambos están provistos de un disruptor que genera un impulso eléctrico indicando las revoluciones del rotor. También se usan contadores de tipo óptico en los molinetes de cazoletas. (Gonzales, 2015).

Los molinetes se calibran a fin de cubrir la gama de velocidades del flujo que ha de medirse según la ecuación siguiente. Los procedimientos de calibración detallados se describen en la norma ISO 3455. (IDEAM, 2018).

$$\bar{V}_i = \frac{V_{0.2} + 2 \cdot V_{0.6} + V_{0.8}}{4}$$

Ecuación 2. Calibración de la velocidad en los molinetes

8.2.5. Instrumentos para la medición de la velocidad

La velocidad se determina en uno o más puntos en cada vertical contando las revoluciones del rotor en un lapso de 60 segundos como mínimo y durante un período máximo de tres minutos si la velocidad del agua es pulsatoria. (IDEAM, 2018).

En canales poco profundos, el molinete debe sostenerse en la posición deseada por medio de una varilla de vadeo. En canales demasiado profundos o muy rápidos para medirlo por vadeo, el molinete se debe suspender de un alambre o varilla desde un puente, teleférico o embarcación. Cuando se utiliza una embarcación, el molinete debe sostenerse de manera que no lo afecten las perturbaciones causadas por la embarcación. Una vez que el molinete se haya colocado en el punto seleccionado de la vertical, se le alineará en la dirección de la corriente antes de comenzar las mediciones. Si no se puede evitar el flujo oblicuo, el ángulo de la dirección del flujo normal y la sección transversal deben ser medidos y la velocidad medida debe corregirse. Si el ángulo medido con respecto a la normal es γ , entonces: (Gonzales, 2015).

8.2.6. Medición de la caudal

8.2.6.1. Métodos para medir el caudal

La medición del caudal, a lo que también llamamos aforo, se puede desarrollar de diferentes formas y su elección depende del objetivo del monitoreo, la facilidad de acceso o tiempo con que se cuente y, por supuesto, de las características de la fuente superficial que se pretenda medir, sus formas y movimientos. Las características del sitio y las condiciones ambientales al momento de su realización, también son fundamentales para definir cómo se hará la medición del caudal en ese momento específico. Dentro de los diferentes métodos o tipos de aforo se encuentran los siguientes: (González Valencia, 2015)

8.2.6.2. Medición de caudal por el método volumétrico

Este método se utiliza cuando la corriente natural tiene una pendiente notable en el flujo que permita colocar un recipiente con un volumen determinado donde caería el agua.

El recipiente se coloca bajo la corriente de tal manera que reciba todo el flujo de agua; al mismo tiempo se activa el cronómetro. En este proceso el cronómetro inicia en el instante en que el recipiente se introduce a la corriente y se detiene en el momento en que se retira de ella, o el balde se llena. Es importante cronometrar varios tiempos de llenado, para estimar un valor promedio. (González Valencia, 2015)

8.2.6.3. Medición de caudal por el método área-velocidad o flotadores:

En este método, se mide la velocidad del agua en una sección de la quebrada o río, mientras método de flotadores es sencillo, pero inexacto.

Materiales necesarios:

Un objeto flotante, que sea arrastrado por la corriente del agua y no por el viento, puede ser una bola de ping-pong, una botella plástica pequeña, una rama, un trozo de madera que flote libremente en el agua. (González Valencia, 2015).

Es recomendable que el recipiente tenga al menos su mitad sumergida, luego para las mediciones pueden utilizarse:

- c. Un reloj o cronómetro.
- d. Una cinta métrica.
- e. Una regla o tabla de madera graduada.
- f. Una cuerda, estacas y un machete, este último por si es necesario retirar maleza o vegetación que impida el libre movimiento del objeto flotante.

Paso 1: seleccionar el lugar adecuado

Se selecciona en el río o quebrada, un tramo uniforme, sin piedras grandes ni troncos de árboles, en el que el agua fluya libremente, sin turbulencias, que sea recto. Se elige en el centro del cauce un sitio inicial A y uno final B, a lo largo de la corriente (río o quebrada) el cual se llamará distancia, longitud o largo. (González Valencia, 2015).

Paso 2: medición de la velocidad

Es la relación entre la distancia que recorre el agua en un tiempo determinado. Por ejemplo, si el agua recorre un metro cada 10 segundos, entonces la velocidad que lleva es de 1 metro/segundo (González Valencia, 2015).

Para su medición en campo, una persona se ubica en el punto A con el flotador y la otra en el punto B con el reloj o cronómetro. Se medirá el tiempo de recorrido del flotador del punto A al punto B. Se recomienda realizar un mínimo de diez mediciones y calcular el promedio. La velocidad de la corriente de agua del río o quebrada se calcula como $V = \frac{S}{t}$. Donde: V es la velocidad (**m/s**), S es la distancia en metros (**m**) y t es el tiempo en segundos **s**. (González Valencia, 2015).

Paso 3: medición del área de la sección

Para determinar el área de una sección se debe realizar el siguiente procedimiento:

- Ubica los extremos de la sección en ambas orillas.
- Amarra una cuerda de dos estacas ubicadas en los extremos de la sección.
- Mide el ancho superficial.
- Divide en varias partes iguales (fajas) la sección (mínimo tres partes).
- Mide la profundidad del agua para cada faja.
- Registra los datos en el formato de campo.
- Calcula el área para cada faja.
- Suma el área de todas las fajas. (Corantoquia, 2015).

8.3. Redes inalámbricas de sensores

En los últimos años se han propuesto numerosos protocolos para RIS. Sin embargo, la mayoría de estas propuestas, o bien realizan asunciones poco realistas, o bien resultan poco escalables, lo cual se traduce en aproximaciones poco prácticas. Por otro lado, hasta la fecha se han obviado características deseables como tolerancia a fallos, seguridad y acotación de tiempos en las comunicaciones, generalmente no consideradas en la inmensa mayoría de los protocolos existentes, y cuando lo son, se obtienen sacrificando la eficiencia energética. (Polo, 2008).

Las Redes Inalámbricas de Sensores (RIS) gozan de un gran auge hoy en día, habiendo sido identificadas como una de las tecnologías más prometedoras por diversos analistas tecnológicos y revistas especializadas, debido a que dan respuesta a las exigencias actuales referentes al establecimiento de redes que cubran necesidades de comunicación de forma flexible -en tiempo y espacio- y autónoma -autoconfiguración e independencia de una estructura fija-. La posibilidad de implementar dispositivos de bajo coste y elevada duración capaces de obtener información del entorno y reenviarla de forma inalámbrica a un centro de coordinación ofrece posibilidades inimaginables en multitud de aplicaciones. (Hernández, 2010).

Existe otro tipo de aplicaciones que asumen la existencia de nodos móviles que es necesario localizar (este tipo de algoritmos se denominan de seguimiento o tracking). Citemos como ejemplo, un sistema descentralizado basado en radiofrecuencia para realizar el seguimiento de objetivos móviles. Su funcionamiento está basado en la utilización de una serie de motes actuando como balizas, que emiten periódicamente mensajes indicando su identificador y su potencia de transmisión. Previo a la utilización del sistema es necesario realizar un proceso de calibración en el que un usuario móvil con un receptor de radio recolecta un conjunto de referencias de dichas balizas. Una vez que se ha calibrado el sistema, el objetivo móvil que desea conocer su posición escucha durante un instante de tiempo. Se realiza entonces un proceso de obtención de la posición que consiste en calcular el centroide geográfico del conjunto de referencias que están al alcance de dicho objetivo. (Polo, 2008).

En los últimos años se han propuesto numerosos protocolos para RIS. Sin embargo, la mayoría de estas propuestas, o bien realizan asunciones poco realistas, o bien resultan poco escalables, lo cual se traduce en aproximaciones poco prácticas. Por otro lado, hasta la fecha se han obviado características deseables como tolerancia a fallos, seguridad y acotación de tiempos en las comunicaciones, generalmente no consideradas en la inmensa mayoría de los protocolos existentes, y cuando lo son, se obtienen sacrificando la eficiencia energética. (Hernández, 2010)

8.3.1. Clasificación de las estrategias de enrutamiento en WSN

Basados en Negociación (Negotiation Based), donde empleando una serie de mensajes de negociación se pretende eliminar duplicados en la información y prevenir que datos redundantes se envíen al siguiente nodo o al sumidero. (Hernández, 2010).

- Basados en Multiruta (Multi-Path Based), donde se usan múltiples caminos en lugar de un único camino con el fin de mejorar el rendimiento.
- Basados en Consultas (Query Based), donde los nodos destinatarios propagan la consulta de información (tarea de sensorización) desde un nodo hacia la red y cuando se encuentra un nodo que posee dicha información, éste responde a la consulta enviando los datos al que inició la consulta.
- Basados en Calidad de Servicio (QoS Based), donde la red debe satisfacer ciertas métricas de QoS, como delay, energía, ancho de banda, cuando envía datos al sumidero, manteniendo de esta forma la red balanceada en cuanto a consumo de energía y calidad de la información.
- Basados en Coherencia (Coherent Based), donde la información es enviada después de un mínimo procesado a los nodos encargados de la agregación. El procesamiento en coherencia es una estrategia típica para elaborar algoritmos de enrutamiento eficientemente energéticos. (Hernández, 2010).

Basándonos en la estructura de la red, tenemos principalmente tres tipos de redes:

- Redes Planas (Flat Networks), en las que todos los nodos desempeñan el mismo papel. En este tipo de redes la labor de sensorizar es realizada en colaboración.
- Redes Jerárquicas (Hierarchical Networks), en las que existen nodos con distintos tipos de rol. Aquí se establecen diversos niveles en la red, en función del papel de los nodos. (Hernández, 2010).

8.3.1.1. Redes planas

La estructura de red subyacente puede tener un papel muy importante en la operación del protocolo. La primera aproximación a la hora de diseñar protocolos de enrutamiento suele asumir que todos los nodos de la red son iguales, sin distinciones y considerando que todos van a realizar las mismas tareas. Este enfoque produce redes planas, donde todos los nodos realizan las mismas labores de enrutamiento y procesamiento, sin aplicar diferentes roles a los sensores y colaborando conjuntamente en las tareas de sensorización. (Hernández, 2010).

En este caso, en muchos sistemas resulta poco apropiado asignar un identificador global a cada nodo, debido al gran número de éstos en la red. Esta consideración ha llevado a la implantación de encaminamiento centralizado, donde la Estación Base (Base Station) ó

sumidero (Sink) envía consultas a ciertas regiones y espera los datos enviados por los sensores.

Los datos se negocian vía consultas (queries), por lo que se requiere mayoritariamente algún esquema de direccionamiento mediante atributos para especificar las propiedades de esos datos. (Hernández, 2010).

8.3.1.2. Redes jerárquicas

El enrutamiento jerárquico ó basado en clústeres, originario de las redes interconectadas por cable, es una técnica bien conocida y con ventajas especiales relacionadas con la escalabilidad y eficiencia en sus comunicaciones. Como tal, el concepto de encaminamiento jerárquico también se ha aplicado para lograr eficiencia energética en WSNs. En una arquitectura jerárquica, los nodos con gran cantidad de energía pueden ser empleados para procesar y enviar la información mientras que los nodos de baja energía pueden ser usados únicamente para labores de sensorización en regiones cercanas al objetivo. Esto quiere decir que la creación de clústeres y la asignación de tareas especiales a sus Clúster Heads (CHs) pueden contribuir enormemente a la escalabilidad del sistema, su tiempo de vida y su eficiencia energética. El encaminamiento jerárquico es una manera eficiente de disminuir el consumo de energía dentro del clúster y realizar tareas de agregación y fusión de información, con el fin de disminuir el número de mensajes transmitidos al sumidero. (Hernández, 2010).

8.3.2. Localización en redes inalámbricas de sensores

Para discutir en detalle la localización en redes inalámbricas de sensores, vamos a introducir el contexto en el que operan estos algoritmos. Denominaremos “nodo baliza”, o simplemente “baliza”, a aquél capaz de conocer su posición exacta en cualquier instante, al estar dotado de alguna tecnología para ello (por ejemplo de un receptor GPS). Asimismo, denominaremos “nodo desconocido” a aquél que desconoce su posición exacta o aproximada. (Polo, 2008).

Actualmente, las técnicas de localización en redes inalámbricas de sensores se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Basadas en distancias (range-based)
- Basadas en proximidad (proximity-based) o libres de distancias (range-free)

El primer grupo necesita estimar, o bien las distancias entre los nodos, o bien los ángulos entre ellos. Para ello, se han desarrollado las técnicas siguientes:

- Tiempo de llegada (ToA – Time of Arrival)
- Diferencia de tiempos de llegada (TDoA – Time Difference of Arrival)
- Ángulo de llegada (AoA – Angle of Arrival)
- Fuerza de la señal recibida (RSS – Received Signal Strength)

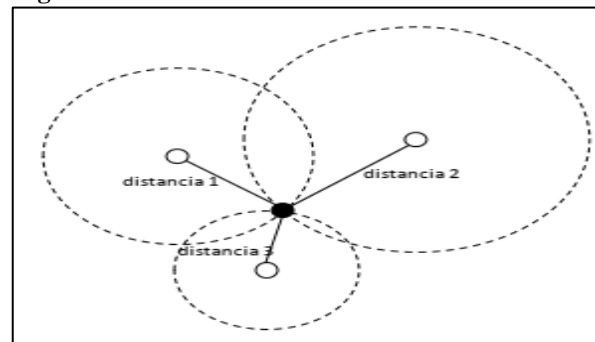
Antes de entrar en detalle en las técnicas de localización actuales, vamos a explicar cada una de las técnicas de estimación de distancias o ángulos que se utilizan actualmente. (Polo, 2008).

8.3.3. Técnicas de estimación de la posición de los sensores

Trilateración, triangulación, multilateración, análisis de la escena y proximidad son las principales técnicas de estimación de la posición utilizadas en redes inalámbricas de sensores [11]. Los sistemas de localización actuales las utilizan individualmente o combinándolas. A continuación veremos estas técnicas. (Polo, 2008).

8.3.3.1. Trilateración

La técnica de trilateración calcula la posición de un nodo midiendo las distancias desde él mismo hasta varias posiciones de referencia (o balizas). Para calcular la posición de un nodo en dos dimensiones es necesario conocer al menos las distancias desde tres balizas no colineales (en diferentes líneas), como se muestra en la Fig. 1. En tres dimensiones, son necesarias cuatro balizas en planos distintos. Para medir la distancia entre un nodo desconocido y una baliza, se utilizará una de las técnicas de estimación de distancias que vimos en el apartado anterior. (Polo, 2008).

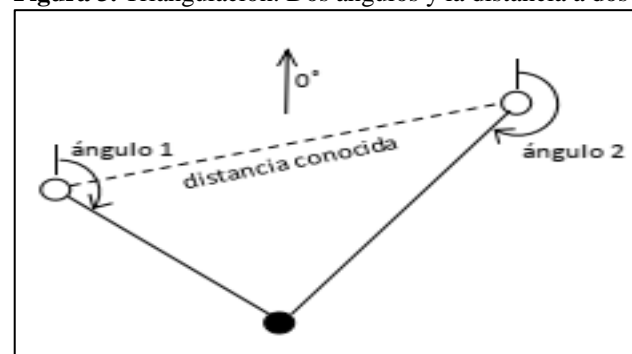
Figura 2. Trilateración. La distancia a tres balizas

Fuente: Bibliografía citada

8.3.3.2. Triangulación

La triangulación es similar a la trilateración, solo que, en lugar de distancias, se utilizan ángulos para determinar la posición de un nodo. En general, se requieren dos ángulos y la distancia entre dos puntos de referencia en un entorno bidimensional (Fig. 2). Para tres dimensiones son necesarios dos ángulos, la distancia entre dos nodos de referencia y un azimut¹ para especificar una posición precisa. Normalmente se utiliza un vector de referencia constante con valor 0° (por ejemplo, el norte magnético). (Polo, 2008).

El uso de una red de antenas sincronizadas (phased antenna array) es una excelente tecnología para la técnica de triangulación. Varias antenas con una 1 Ángulo que con el meridiano forma el círculo vertical que pasa por un punto de la esfera celeste o del globo terráqueo separación conocida a priori miden el tiempo de llegada de una señal. Dadas las diferencias entre tiempos de llegada y la geometría de la red de antenas, entonces es posible calcular el ángulo desde el cual se originó la emisión. Si hay suficientes elementos en la red de antenas y suficientes separaciones, se puede realizar el cálculo de la triangulación. (Polo, 2008).

Figura 3. Triangulación. Dos ángulos y la distancia a dos balizas (nodos blancos)

Fuente: Bibliografía citada

Al igual que en el método de triangulación, para la multilateración se necesitan las distancias a un número determinado de balizas para calcular la posición de un nodo, solo que, en este caso, las distancias se determinan utilizando TDoA. En el caso tridimensional, serán necesarias cuatro balizas y en el caso bidimensional, serán suficientes tres balizas. (Polo, 2008).

8.3.3.3. Análisis de la escena

La técnica de análisis de la escena utiliza las características de una escena observada desde un punto de vista en particular, para extraer conclusiones sobre la posición relativa de los objetos. Habitualmente las escenas observadas se simplifican para obtener características que son fáciles de representar y comparar. Cuando se produce una diferencia en la escena observada, podemos determinar el movimiento de un objeto. (Polo, 2008).

Una escena podría ser una o imagen visual (obtenida con una cámara) o cualquier otro parámetro físico susceptible de ser medido, tal como las características electromagnéticas que existen cuando un objeto se encuentra en una posición y orientación determinadas. (Polo, 2008).

8.3.3.4. Análisis de la escena

La técnica de proximidad implica la determinación de cuándo un objeto está “cerca” de una localización conocida. La presencia del objeto se aprecia utilizando un fenómeno físico con una cobertura limitada. Existen tres métodos generales para determinar la proximidad entre puntos (Polo, 2008):

- a) Detectando el contacto físico. Es el método más básico de proximidad y se suelen utilizar sensores de presión, sensores de tacto y detectores de capacitancia.
- b) Monitorizando puntos de acceso celulares inalámbricos. La monitorización de un dispositivo móvil, para determinar si está en el rango de uno o más puntos de acceso en una red celular inalámbrica, es otra implementación de la técnica de localización de proximidad.
- c) Observando sistemas automáticos de identificación. Algunos ejemplos de este sistema son los terminales de puntos de venta con tarjeta de crédito, los historiales de *login* en computadores y los registros de llamadas de teléfono. (Polo, 2008).

8.3.3.5. El Gateway dentro de una red de sensores

Un gateway (puerta de enlace) es un dispositivo, con frecuencia un ordenador, que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red de destino. El gateway o «puerta de enlace» es normalmente un equipo informático configurado para dotar a las máquinas de una red local (LAN) conectadas a él de un acceso hacia una red exterior, generalmente realizando para ello operaciones de traducción de direcciones IP (NAT: Network Address Translation). Esta capacidad de traducción de direcciones permite aplicar una técnica llamada IP Masquerading (enmascaramiento de IP), usada muy a menudo para dar acceso a Internet a los equipos de una red de área local compartiendo una única conexión a Internet, y por tanto, una única dirección IP externa. (Ortega, 2016).

La dirección IP De un gateway (o puerta de enlace) a menudo se parece a 192.168.1.1 ó 192.168.0.1 y utiliza algunos rangos predefinidos, 127.x.x.x, 10.x.x.x, 172.x.x.x, 192.x.x.x, que engloban o se reservan a las redes locales (véase red local). Además, se debe notar que necesariamente un equipo que haga de puerta de enlace en una red, debe tener 2 tarjetas de red. Al escribir el número de la puerta de enlace te pide una dirección y una contraseña, que al coincidir se abre una página donde muestra la información del modem, WAN y LAN, que luego se pueden configurar. La puerta de enlace, o más conocida por su nombre en inglés como "Default Gateway", es la ruta por defecto que se le asigna a un equipo y tiene como función enviar cualquier paquete del que no conozca porque interfaz enviarlo y no esté definido en las rutas del equipo, enviando el paquete por la ruta por defecto. (Ortega, 2016).

En una Red de Sensores Inalámbrica el Gateway permite la interconexión entre la red de sensores y una red TCP/IP. Ejemplo: MIB600. Ethernet (TCP/IP) Gateway de la red que sirve a su vez como programador con conexión ethernet al que nos podemos conectar desde un PC (GFUCA04, 2015).

8.4. IMPORTANCIA SOCIO ECONÓMICA PARA EL MEDIO AMBIENTE Y EL SER HUMANO

En este sentido, actúan como importantes reservorios de agua que pueden ser aprovechadas no sólo por el ser humano para su consumo personal, suministrando recursos naturales para el

desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población, usos directos (agricultura, industria, agua potable, etc), dilución de contaminantes, generación de electricidad, regulación de flujos y control de inundaciones, transporte de sedimentos, recarga de acuíferos, dispersión de semillas y larvas de la biota, también para el consumo de los animales y plantas y por tanto el desarrollo de sistemas bióticos completos y duraderos.

De más está decir que en el planeta Tierra encontramos numerosas cuencas hidrográficas, poseyendo cada una de ellas características particulares. Algunos de los mares actuales se consideran cuencas hidrográficas endorreicas debido a la progresiva pérdida de su contacto con el océano. (Ecured, s.f.).

8.5. GSM

(GSM: Global System for Mobile communications. Definido originalmente como un estándar pan-europeo para UTFU red digital de telefónica móvil que soporta roaming internacional. (JSM ahora es el estándar móvil digital principal a nivel mundial. Utilita la interfaz de aire de las aplicaciones TDMA, Implementado en 400MHz. 900MHz, 1800MHz, y bandas de frecuencia 1900MHz. (Rojas, 2009).

8.5.1. Qué es el estándar GSM

La red GSM (Sistema global de comunicaciones móviles) es, a comienzos del siglo XXI, el estándar más usado en Europa. Se denomina estándar de segunda generación (2G) porque, a diferencia de la primera generación de teléfonos portátiles, las comunicaciones se producen de un modo completamente digital. (Villagómez, 2017).

En 1982, cuando fue estandarizado por primera vez, fue denominado Groupe Spécial Mobile y en 1991 se convirtió en un estándar internacional llamado Sistema Global de Comunicaciones Móviles. (Villagómez, 2017).

En Europa, el estándar GSM usa las bandas de frecuencia de 900 MHz y 1.800 MHz. Sin embargo, en los Estados Unidos se usa la banda de frecuencia de 1.900 MHz. Por esa razón, los teléfonos portátiles que funcionan tanto en Europa como en los Estados Unidos se llaman tribanda y aquellos que funcionan solo en Europa se denominan bibanda. (Villagómez, 2017).

El estándar GSM permite un rendimiento máximo de 9,6 kbps, que permite transmisiones de voz y de datos digitales de volumen bajo, por ejemplo, mensajes de texto (SMS, Servicio de mensajes cortos) o mensajes multimedia (MMS, Servicio de mensajes multimedia). (Villagómez, 2017).

8.5.2. El concepto de red celular

Las redes de telefonía móvil se basan en el concepto de celdas, es decir zonas circulares que se superponen para cubrir un área geográfica. (Villagómez, 2017).

8.5.2.1. Red celular

Las redes celulares se basan en el uso de un transmisor-receptor central en cada celda, denominado estación base (o Estación base transceptora, BTS). Cuanto menor sea el radio de una celda, mayor será el ancho de banda disponible. Por lo tanto, en zonas urbanas muy pobladas, hay celdas con un radio de unos cientos de metros mientras que en zonas rurales hay celdas enormes de hasta 30 kilómetros que proporcionan cobertura. (Villagómez, 2017).

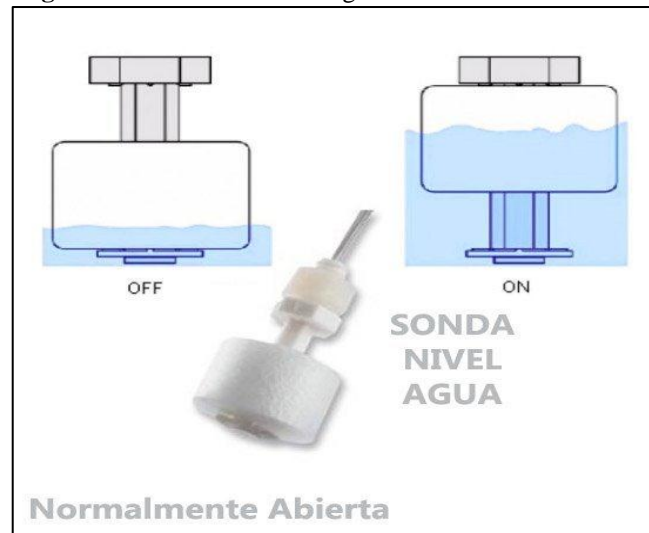
En una red celular, cada celda está rodeada por 6 celdas contiguas (por esto las celdas generalmente se dibujan como un hexágono). Para evitar interferencia, las celdas adyacentes no pueden usar la misma frecuencia. En la práctica, dos celdas que usan el mismo rango de frecuencia deben estar separadas por una distancia equivalente a dos o tres veces el diámetro de la celda. (Villagómez, 2017).

8.5.2.2. Arquitectura de la red GSM

En una red GSM, el terminal del usuario se llama estación móvil. Una estación móvil está constituida por una tarjeta SIM (Módulo de identificación de abonado), que permite identificar de manera única al usuario y al terminal móvil, o sea, al dispositivo del usuario (normalmente un teléfono portátil). (Villagómez, 2017).

de nivel continuos son más sofisticados y pueden realizar el seguimiento del nivel de todo un sistema. Estos miden el nivel del fluido dentro de un rango especificado, en lugar de en un único punto, produciendo una salida analógica que se correlaciona directamente con el nivel en el recipiente. Para crear un sistema de gestión de nivel, la señal de salida está vinculada a un bucle de control de proceso y a un indicador visual. (OMEGA, 2016).

Figura 5. Sensor de nivel de agua



Fuente: Bibliografía citada

8.5.2.5. ¿Cómo funciona y cuál es el uso de un sensor de agua?

Dentro del mundo de la domótica para hogares y empresas, probablemente hayas oído hablar de numerosos sensores, como, por ejemplo, los sensores de movimiento, que controlan la iluminación y el sistema de seguridad de una sala, o el sensor de temperatura, que regula la misma dentro de un habitáculo.

8.5.3. ¿Qué es y cómo funciona un sensor de agua?

El sensor de agua, también conocido como sensor de nivel, es un instrumento que activa una alarma de nivel de agua en el punto en el que ha sido instalado, para conseguir la automatización del llenado de recipientes como tanques y depósitos, entre otros.

Su funcionamiento se basa, por norma general, en dos elementos clave: por un lado, tenemos un receptor de señal que detecta el momento en el que el nivel de agua ha llegado al punto fijado; y por otro lado, contamos con un interruptor de nivel de agua, que activa el aviso en el momento que recibe la señal de dicho receptor.

De esta manera, mediante el sensor de agua se consigue automatizar procesos de llenado y control de líquidos en tanques y otros recipientes.

8.5.3.1. Sensor de agua por flotador

Este tipo de sensor de agua es uno de los más empleados en la actualidad. Su funcionamiento es muy sencillo: un pequeño interruptor de boya se mantiene flotando en el agua, marcando el punto de nivel deseado. En el momento en que el agua sobrepasa ese límite, la boya acciona el interruptor de nivel, que nos avisará de lo ocurrido.

8.5.3.2. Sensor de agua por presión

Se coloca uno de estos medidores de nivel en el fondo del recipiente, que recogerá la presión relativa del líquido en cuestión. Ajustando la densidad del mismo, será posible establecer el nivel de agua en el recipiente.

8.5.3.3. Sensor de agua por burbujeo

Este tipo de sensores incorporan una varilla que llega hasta el fondo del recipiente. El líquido se moverá por aire a través de esta varilla, en cuyo punto más bajo se ejercerá una presión que equivale al nivel del agua y que se transmitirá a un punto alejado de este recipiente, donde se sitúa un sensor de presión.

8.5.3.4. Sensor de agua capacitivo

Consta de una sonda que mide la permitividad eléctrica del agua, siempre diferente a la del aire que contiene el recipiente. Al conocer esa permitividad eléctrica del agua, se puede establecer su nivel dentro del recipiente y tener constancia cuando se sobrepase dicho nivel.

8.5.3.5. Sensor de agua conductivo

Este tipo de sensor se aplica para medir el nivel en todos aquellos líquidos que son conductores de la electricidad. Su funcionamiento es bastante sencillo, pues se basa en un pequeño circuito eléctrico con una pila, que se cerrará en el momento en el que el agua bañe ambos polos de esa pila.

8.5.3.6. Sensor de agua por ultrasonidos

Este tipo de sensor de agua cuenta con emisores de ultrasonidos que emiten una onda hasta llegar al líquido y rebota para ser captada por este sensor de nivel. Con las variaciones de tiempo existentes en esa recepción de onda, es posible conocer el cambio del nivel de agua en el recipiente.

8.5.4. Principales aplicaciones del sensor de agua

Un sensor de agua tiene diferentes aplicaciones, todas ellas relacionadas con la medición del nivel de líquido en un recipiente en cuestión. Así podemos encontrar las siguientes aplicaciones entre las más comunes:

8.5.4.1. Obras civiles

Los sensores de agua son empleados de forma común en las obras civiles, para el llenado y vaciado de cisternas y tanques de agua. (Integrada, s.f.).

9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

La hipótesis planteada en esta investigación es de tipo descriptiva y señala el valor de las variables que se va a observar en un contexto o en la manifestación de otra variable. Generalmente son afirmaciones generales.

Para el monitoreo del río San Pablo se implementarán sensores en la ribera del este que permitirán la medición cada cierto tiempo del caudal del mismo con el propósito de almacenar estos datos en la nube para que posteriormente sean analizados por otro sistema. Con esto se pretende evitar desastres a causa del desborde del río.

10. HIPÓTESIS

Con la Implementación de un Sistema de Monitoreo de Caudal de Río San Pablo, para registrar constantemente los niveles de dicho caudal, se complementará el Sistema de Alerta Temprana para las riberas del mencionado río en el catón La Maná y con los que se pretende alertar a la comunidad aledaña de posibles inundaciones que puedan acarrear la pérdida de bienes económicos y hasta de vidas humanas.

11. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación y desarrollo inicial representa el comienzo de cualquier iniciativa o línea de investigación, la cual delimita el área de trabajo investigativo que se busca desarrollar. Normalmente surge a partir de una serie de lluvia de ideas en las cuales se busca determinar las principales necesidades de una comunidad o las tendencias de la tecnología. Para el desarrollo de esta etapa, normalmente se requieren varios tipos de investigaciones.

El tipo de investigación escogido para formalizar este proyecto fue la Aplicada, puesto que normalmente se desarrollan proyectos investigativos de naturaleza más empírica y aplicada ya que es la etapa en donde se busca desarrollar la tecnología y analizar información escrita sobre los diferentes métodos y metodologías de desarrollo de software definida en la etapa inicial. Trabajando en el desarrollo de la tecnología y en su aplicación en situaciones reales y a partir de ellas se crea una propuesta metodológica, dirigida a la fabricación de software para monitorear los caudales de las cuencas geográficas y al uso que los usuarios le darán.

11.1. ESTUDIO EXPLICATIVO

Freire (2014) señala que. El primer nivel de conocimiento científico sobre un problema de investigación se logra a través de estudios de tipo exploratorio; tienen por objetivo, la formulación de un problema para posibilitar una investigación más precisa o el desarrollo de una hipótesis. Permite al investigador formular hipótesis de primero y segundo grados.

Establece las relaciones causa-efecto, buscando el porqué de los hechos concentrándose en el estudio del problema a investigar obteniendo el resultado a la hipótesis planteada.

11.1.1. Estudio descriptivo

Freire (2014) señala que. Es utilizado con finalidad puramente descriptiva, no enfocados a una presunta relación causa-efecto, sino que se revisan los diferentes modelos y metodologías utilizadas en el desarrollo de software, se identifican y clasifican cronológicamente algunas que servirán como base para hacer las encuestas como base para realizar las encuestas y ser tenidas en cuenta por su importancia en el desarrollo del proyecto.

11.1.2. Exploratorio

Freire (2014) señala que “Pone al investigador en contacto con la realidad, observación preliminar del área, elementos y relaciones del objeto de estudio. Conocimiento superficial”.

En la Investigación se partirá con el nivel exploratorio, que permite conocer y contextualizar el problema obteniendo información.

11.1.3. Métodos de investigación

Se realizó una revisión bibliográfica de diferentes clasificaciones de tipos, métodos y estrategias de investigación, para elaborar una propuesta y para recomendar los pasos a seguir para elaborar estrategias de investigación. Los métodos de investigación son concebidos como una receta aplicada a cualquier problema, garantiza su solución, realmente no existe, pero tampoco puede negarse que la mayor parte de los investigadores, trabajan de acuerdo con ciertas reglas generales, que a través de la experiencia han demostrado ser útiles, la descripción de esto es lo que se conoce como “método científico de investigación”.

11.1.4. Método Científico

Es aplicable en especial en las ciencias puras, actualmente se aplica en casi toda ciencia que tenga como insumo la investigación, encontrándose entre ellas las ciencias sociales como, la Sociología, la Administración, etcétera. De por sí, no se concibe una investigación científica si no se aplica en esta una serie de pasos metódicos que guíen la misma, he aquí donde entra en juego el método científico. Durante años, el método científico no se consideraba, por muchos, aplicable para las ciencias sociales, hoy es una herramienta elemental para la investigación social.

Los resultados que obtiene son sometidos a un proceso de análisis e interpretación y de ser confiables las suposiciones o hipótesis anteriores, éstas constituirán explicaciones válidas para ese hecho o fenómeno, existiendo la posibilidad de ser generalizados a hechos y fenómenos similares. De no ser comprobada la hipótesis planteada, se formularán nuevas hipótesis y se repite el ciclo investigativo.

11.1.5. Método de Inducción

Conoceremos los resultados de las encuestas aplicadas a los pobladores que habitan en las riberas del río San Pablo del Cantón La Maná.

11.1.6. Método Deducción

Debido a que todos los inviernos cada vez son más fuertes se necesita mantener en vigilancia los caudales para salvaguardar la vida de las personas que habitan cerca de los ríos, de esta manera podemos contribuir con la comunidad dándoles un registro de actividades río San Pablo el cual podrán visualizar en la página web multiplataforma.

11.1.7. Método Análisis

Nos ayudó a identificar los elementos y las relaciones existentes entre ellos: la comunidad, tecnología, adaptaciones al medio, rentabilidad del software, siendo una relación notable de dichos elementos, la generación estadística del proyecto de monitoreo y registro estadístico del caudal del río San Pablo en el Cantón La Maná.

Finalmente, la síntesis, se estudió los elementos establecidos en el proyecto, con el fin de verificar que cada uno de ellos y obtener información necesaria para lograr un resultado final, de esta manera alcanzar los objetivos totalizadores que se persigue.

Técnicas e instrumentos de la investigación

En la actualidad en investigación científica hay una gran variedad de técnicas o instrumentos para la recolección de información en el trabajo de campo de una determinada investigación. Para esta investigación utilizamos la observación, entrevista, encuestas y medición de población y muestra, como técnicas e instrumentos de la investigación para la recolección de información.

11.1.7.1. Observación

La observación nos permitirá realizar un análisis real acerca del comportamiento de las lluvias en cada punto a monitorear, el manejo de las actividades y de esta manera tener conocimiento

de cómo se realizan estos procesos, para lograr el objetivo el cual es el funcionamiento del sistema de alerta temprana.

11.1.7.2. Entrevista

Según (Slideshare, 2009) en su publicación manifiesta que la entrevista es un instrumento de recolección de datos mediante un informante. Es un hecho que consiste en un diálogo entablado entre dos o más personas, el entrevistador (el que hace las preguntas) y el entrevistado (el que responde las preguntas).

Se utilizó esta técnica para obtener información directa del área de investigación sobre el alcance del proyecto, el cual beneficiara a la población que habita en las riberas del río San Pablo; y, sobre la implementación del sistema web con un módulo de registro y verificación de cedula, puesto que servirá como referente para futuro proyectos.

11.1.7.3. Encuesta

Según (Ruiz, Historia y Evolución del pensamiento científico, 2006, p. 165) en su obra menciona que: La encuesta es un proceso interrogativo que finca su valor científico en las reglas de su procedimiento, se le utiliza para conocer lo que opina la gente sobre una situación o problema que lo involucra, y puesto que la única manera de saberlo, es preguntándose, luego entonces se procede a encuestar a quienes involucra, pero cuando se trata de una población muy numerosa, sólo se le aplica este a un subconjunto, y aquí lo importante está en saber elegir a las personas que serán encuestadas para que toda la población sea representada en la muestra. La encuesta estará dirigida a los pobladores del barrio la Esmeralda, a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería informática y sistemas computacionales de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, para conocer qué tan informada estaba la ciudadanía a cerca de la utilización de las tics en las comunidades. Para obtener esta información, se planteara una encuesta con preguntas cerradas. (ANEXO 3)

12. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

12.1. SELECCIÓN DE LOS PUNTOS PARA MEDIR EL CAUDAL DEL RÍO

Siendo las 10 horas de la mañana del jueves 18 de octubre del año en curso se procedió a realizar una visita de reconocimiento a las riberas del Río San Pablo en las localidades de El Guayacán y la Maná. Los participantes en esta actividades fueron los ingenieros Edel

Rodríguez y Aulerio Camacho y los estudiantes de 10mo ciclo de la carrera de ingeniería en Ingeniería Informática y Sistemas Computacionales Jonathan Pilaguano y William Chusin.

El recorrido comenzó en el parque central de la ciudad de La Maná a las 10 AM con rumbo a la localidad de Puenbo ubicada a unos 5 Km de punto de inicio.

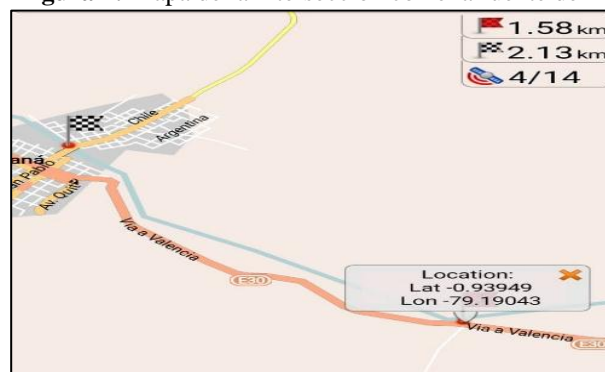
Figura 6: Punto de inicio del recorrido



Fuente: Informe de resultados

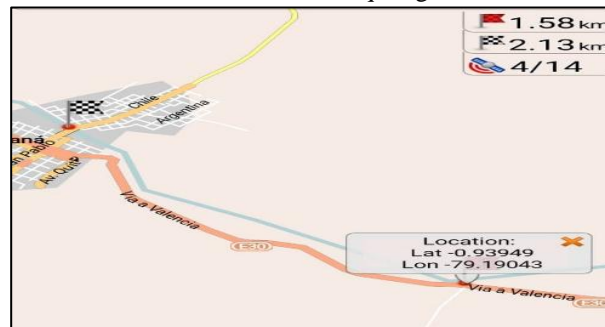
Luego de haber recorrido una distancia de aproximadamente 3 Km se ubicó el primer punto para la ubicación de los sensores. La selección de este punto estuvo motivada por encontrarse ahí el primer afluente proveniente del Río proveniente del Río Chiquiraguas.

Figura 7: Mapa de la intersección con el afluente del Río Chiquiraguas



Fuente: Informe de resultados

Figura 8: Mapa de la intersección con el afluente del Río Chiquiraguas



Fuente: Informe de resultados

Para la selección del siguiente punto se tuvo en cuenta que se encontrará cercanos a alguna vivienda para un posible suministro de energía eléctrica en caso de ser esto necesario. También se tuvo en cuenta que en estas viviendas se contará con conexión a internet por si esta también fuera necesaria.

Figura 9: ubicación del segundo punto cercano al puente de Puenbo



Fuente: Informe de resultados

En este sitio se identificó un área plana con una orilla despejada cercana al punto donde convergen ambos ríos. Tentativamente este resultaría un buen punto para la ubicación de dichos sensores ya que facilitaría la manipulación de la tecnología que será utilizada en el proyecto para la recaudación de datos.

Figura 10: Intersección de los ríos en el puente de Puenbo



Fuente: Informe de resultados

Una vez seleccionado el punto de ubicación de los sensores que recaudarán los datos se prosiguió con una visita hasta el puente de El Carmen ubicado en la parroquia del mismo nombre del Cantón La Maná. En este sitio se determinó el área de riesgo que será cubierta por el proyecto. Esta área será de aproximadamente 200 m del tramo del Río San Pablo próximo al puente.

Figura 11: Tramo del Río San Pablo próximo al puente

Fuente: Informe de resultados

En la figura siguiente se muestran finalmente los puntos de ubicación de los sensores y la alarma.

Siendo las 10 horas de la mañana del jueves 5 de diciembre del año en curso se procedió a realizar un recorrido a las riberas del Río San Pablo en la localidad de Puenbo con el objetivo de realizar las mediciones de flujo del caudal del río. Los participantes en esta actividades fueron los ingenieros Edel Rodríguez, Aurelio Camacho y Eduardo Valencia debido a sus conocimientos sobre hidráulica, conjuntamente con los estudiantes de 10mo ciclo de la carrera de ingeniería en Ingeniería Informática y Sistemas Computacionales Jonathan Pilaguano y William Chusin autores del proyecto de titulación relacionado.

Figura 12: Puntos de instalación de los sensores y la alarma

Fuente: Informe de resultados

12.2. MEDICIONES DEL CAUDAL DEL RÍO

Las mediciones se realizaron en una sección del río cercano al puente de Puenbo donde se pretende ubicar los sensores. Dicha sección se encuentra por encima de la ubicación de los sensores. Debido a este se considera adecuada la medición ya que no existe ninguna vertiente

del río entre el tramo donde se ubican los sensores y la sección donde se hicieron las mediciones.

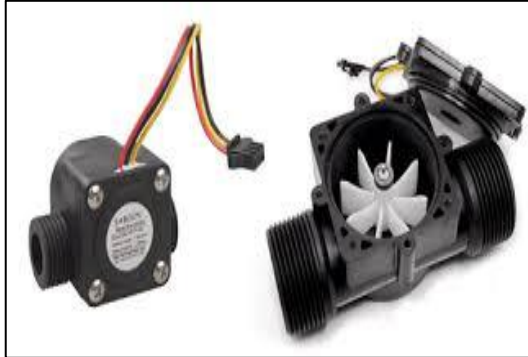
Figura 13: Sección seleccionada del río



Fuente: Informe de resultados

Para la realización de las mediciones se usó un dispositivo construido por los autores de este trabajo. El dispositivo consta de dos partes principales; Un flujómetro el cual envía una señal a una tarjeta de tarjeta de Arduino.

Figura 14: Flujómetro para Arduino



Fuente: Informe de resultados

En dicha tarjeta se encuentra la programación adecuada para monitorear los valores medidos en un ordenador. Seguidamente se muestra el dispositivo que utilizó para realizar las mediciones.

Figura 15: Conexión del Flujómetro en el dispositivo



Fuente: Informe de resultados

Fuente: Informe de resultados

Para realizar las mediciones se hicieron varias observaciones como se muestra en la **Tabla 2** y con las cuales se procedió a promediar para realizar la estimación del valor más cercano al real.

Tabla 2: Mediciones de Velocidad

NO.	VELOCIDAD (m/s)
1	0.68
2	0.6
3	0.56
4	0.68
5	0.69
6	0.75
7	0.63
8	0.8
9	0.6
10	0.71
TOTAL	0.67

Fuente: Informe de resultados

Elaborado por: Los autores

De las siguientes observaciones se puede concluir que el río en condiciones normales presenta una velocidad promedio de 0.67 m/s. Un resultado similar al anterior se obtuvo al realizar una medición aproximada utilizando una aplicación móvil.

Figura 16: Observación de la velocidad utilizando un aplicativo móvil



Fuente: Informe de resultados

12.3. CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS

Posteriormente en el mes de enero y con el objetivo de garantizar el correcto funcionamiento del sistema de Alerta Temprana se procedió a la implementación de las infraestructuras para la instalación del Gateway y los sensores.

Figura 16: Instalación del sensor en la estructura de concreto



Fuente: Informe de resultados

En la figura siguiente se muestra la implementación de la infraestructura en la vivienda que se encuentra aproximadamente a 250 m de distancia de los sensores encargados de medir el nivel y almacenar esta información. Para esta implementación se ha tomado en cuenta la disposición de energía eléctrica para instalar el Gateway.

Figura 17: Infraestructura para la instalación del Gateway



Fuente: Informe de resultados

13.IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES, O ECONÓMICOS).

13.1. IMPACTO TÉCNICO

El servicio de recolección de datos posee un diseño extensible basado en adaptadores. Los adaptadores son generados dinámicamente y permiten al sistema capturar datos de sensores desde las diversas fuentes. Los adaptadores están basados en clases “Proxy” que encapsulan las complejidades de usar un servicio web y expone dicha complejidad a través de una simple

interfaz. Durante el proceso de registro de una fuente de datos, el sistema obtiene toda la información necesaria para la generación de su adaptador así como la descripción XML de su servicio Web (WSDL). Dicha información es luego usada por el sistema para invocar los diversos métodos que el servicio Web de la fuente de datos posee.

13.2. IMPACTO SOCIAL

Los sensores de Ambient Systems se caracterizan por formar redes sin cables auto-organizativas, que permiten las comunicaciones entre sensores y otros dispositivos de control sin necesidad de intervención humana

Estas comunicaciones se realizan de manera autónoma, lo que permite la eficiencia y fiabilidad de los datos. Además, su operatividad tiene un coste energético extremadamente bajo, gracias a una serie de protocolos especiales inteligentes, adaptativos y altamente optimizados, informa la compañía.

Por otro lado, los dispositivos son capaces de determinar su propia localización gracias a una tecnología patentada por Ambient, con una exactitud de pocos metros de diferencia, lo que permite a los sistemas informáticos el despliegue de novedosas aplicaciones.

13.3. IMPACTO AMBIENTAL

Los sensores consiguen el tan anhelado ahorro energético porque no transmiten constantemente sus datos a un servidor central, lo que supondría un gasto inútil de la energía de sus baterías. Gracias a la tecnología desarrollada por Ambient, y aplicada a cada nodo sensor, los sensores “saben” cuando transmitirlos e intercambiarlos entre ellos.

Para conseguirlo, van Hoesel señala que los sensores “hablan” entre sí, lo que posibilita que la red realice por sí solas tareas complejas. Para esto, el especialista diseñó un protocolo denominado Médium Access (MAC) que posibilita la auto organización de la red. Los sensores controlan a sus vecinos y, de forma autónoma, deciden si comenzar a transmitir o no, evitando conflictos e interferencias en la red, de forma que el gasto energético se reduce al mínimo.

13.4. IMPACTO ECONÓMICO

Hoy día, las redes de sensores inalámbricas (WSN) se consideran un potente campo de investigación gracias a las disímiles áreas donde pueden ser empleadas por el hombre. Varias son las propuestas de desarrollo de aplicaciones para este tipo de redes, que encontramos en la literatura, pero la mayoría se basan en cuestiones de aplicación y plataforma de destino y no en una metodología de ingeniería de software que apoye el desarrollo del ciclo de vida y específicamente el modelado del consumo de energía en las WSN. La Ingeniería dirigida por modelos (MDE, por sus siglas en inglés) es una metodología fabulosa para lograr que los diseñadores eleven el nivel de abstracción, realizando luego transformaciones que sean capaz de llevar los modelos abstractos en otros más concretos. En este artículo se analizan los distintos trabajos realizados en cuanto a modelado de energía y se proponen las líneas futuras de trabajo en este ámbito.

14. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

A continuación, se muestra el presupuesto con la descripción de cada uno de los gastos.

Tabla 3: Presupuesto

GASTOS VARIOS									
TRIMESTRE									
DESCRIPCIÓN	1ER		2DO		3ER		4TO		SUBTOTAL
	CANT	V.U.	CANT	V.U.	CANT	V.U.	CANT	V.U.	
Resma de hojas A4	3	\$ 4,00							\$ 12,00
Tinta de impresora							4	\$ 7,00	\$ 28,00
Esferos	4	\$ 0,40							\$ 1,60
Carpetas					3	\$ 1,50			\$ 4,50
Anillados					3	\$ 1,50			\$ 4,50
Horas de internet	1	\$ 20,00	1	\$ 20,00	1	\$ 20,00	1	\$ 20,00	\$ 80,00
Impresiones a color					150	\$ 0,25			\$ 37,50
Impresiones b/n			150	\$ 0,10	150	\$ 0,10			\$ 30,00
Copias	500	\$ 0,05							\$ 25,00
Trasporte	4	\$ 1,25	4	\$ 1,25	4	\$ 1,25	4	\$ 1,25	\$ 20,00
TOTAL		\$ 63,60		\$ 40,00		\$ 86,50		\$ 53,00	\$ 243,10
RECURSOS									
TRIMESTRE									
DESCRIPCIÓN	1ER		2DO		3ER		4TO		SUBTOTAL
	CANT	V.U.	CANT	V.U.	CANT	V.U.	CANT	V.U.	
Sensores							2	\$ 300,00	\$ 600,00
Gateway							1	\$ 800,00	\$ 800,00
Tomas electricos							1	\$ 2,00	\$ 2,00
Cemento							3	\$ 8,50	\$ 25,50
Acero							10	\$ 3,00	\$ 30,00
Arena							1	\$ 10,00	\$ 10,00
Suelda							1	\$ 20,00	\$ 20,00
Planchas de Zing							1	\$ 25,00	\$ 25,00
Mano de obra							1	\$ 250,00	\$ 250,00
Tarjeta de Arduino							1	\$ 25,00	\$ 25,00
TOTAL		\$ -		\$ -		\$ -		\$ 1.787,50	\$ 1.787,50

Fuente: Elaboración propia

Elaborado por: Los autores

15.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

15.1. CONCLUSIONES

Una vez alcanzados los resultados producto a la ejecución del proyecto se plantean las siguientes conclusiones:

- Según el estudio realizado se determinó que en la actualidad no existe un método de medición, registro o monitoreo del caudal del Río San Pablo en el Cantón la Maná.
- Se hizo una estimación de la velocidad del caudal del río que permitió determinar la ubicación de los sensores para garantizar una respuesta anticipada del sistema
- Se implementó la red de sensores partiendo desde la construcción de las infraestructuras para la instalación de los sensores y el Gateway y se realizaron las verificaciones de la veracidad de los datos obtenidos.

15.2. RECOMENDACIONES

- Para el correcto funcionamiento del sistema implementado se recomienda un mantenimiento al menos anual de los sensores y el Gateway
- Se recomienda también para conservar la seguridad del sistema que el usuario y la clave del sistema no sean socializados con personal externo al proyecto o la institución que auspicia el mismo.
- Para un mejor funcionamiento se recomienda la instalación de nuevos sensores en otros afluentes del río.
- Debido a las altas tasas de daños ocasionados por desbordamientos de ríos a nivel nacional, se recomienda que se implementen sistemas similares a este en otras partes del país

16. BIBLIOGRAFÍA

- Accion, D. P. (2014). Sistema de Alerta Tempra SAT. Peru.
- CCM. (s.f.). CCM. Obtenido de CCM: <https://es.ccm.net/contents/681-estandar-gsm-sistema-global-de-comunicaciones-moviles>
- Corantioquia. (2015). Manual Piragüero Medición de Caudal. Antioquia.
- ECU911. (2019). Sistema de Alerta Temprana (SAT) beneficia a las localidades del perfil costanero del Ecuador. Servicio Integrado de Seguridad ECU 911. Obtenido de <https://www.ecu911.gob.ec/sistema-de-alerta-temprana-sat-beneficia-a-las-localidades-del-perfil-costanero-del-ecuador/>
- Ecured. (s.f.). Ecured. Obtenido de Ecured: [www.ecured.cu/Cuenca_hidrográfrica](http://www.ecured.cu/Cuenca_hidrogr%C3%A1fica)
- ElComercio. (11 de enero de 2017). El Sistema de Alerta Temprana se puso a prueba en Pedernales. El Sistema de Alerta Temprana se puso a prueba en Pedernales, pág. 1.
- Garrido Monagas, M. A., & León Méndez, A. (2013). Sistema automatizado de alerta temprana ante el peligro de inundaciones. Ingeniería Hidráulica y Ambiental. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382013000300003&nrm=iso
- GFUCA04. (2015). NUEVAS TECNOLOGIAS APLICADAS AL ESPACIO EUROPEO DE. CÁDIZ: CÁDIZ. Obtenido de <http://www.mfbarcell.es/conferencias/wsn.pdf>
- Gonzales, M. (11 de 02 de 2015). Openbiblio. Obtenido de Openbiblio: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/012406/Cap11.pdf>
- González Valencia, A. (2015). Medición del caudal Manual Piragüero. Medellín, Colombia: Corantioquia.
- Hall, P. H. (2006). Los sistemas de alerta temprana: Re-enfocando la discusión. Victoria-Australia: Faerber hall.

- Hernández, C. a. (2010). Redes inalámbricas de sensores: Una nueva arquitectura eficiente y robusta basada en jerarquía dinámica de grupos. Editorial Universitat Politècnica de València.
- IDEAM. (2018). MEDICIÓN DEL CAUDAL . Bogotá. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/012406/Cap11.pdf>
- Integrada, D. (s.f.). Domotica Integrada. Obtenido de Domotica Integrada: <https://domoticaintegrada.com/sensor-de-agua/>
- Inundaciones, A. A. (2010). Sistemas de Alerta Temprana. Lima, Peru, Peru.
- Mendoza, A., González, U., & Buelvas, J. (2016). Guía para la implementación de sistemas de alerta temprana. Sistema Nacional de Gestion del Riesgo de Desastres.
- Mora Quizhpi, J. R. (2017). Diseño del sistema de monitoreo de recursos hídricos en la zona alta de la microcuenca del río Tabacay - Azogues. Universidad de Cuenca, Repositorio Institucional de la Universidad de Cuenca, Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26994/1/Trabajo%20de%20Titulaci%c3%b3n.pdf>
- Morón, E., & Loo-Kung, R. (2003). Sistema de alerta temprana de fragilidad financiera. Universidad del Pacífico.
- Navarro, G. E. (septiembre-diciembre de 2018). La desinformación oficial sobre la presa Milpillás. TEMAS CRÍTICOS, volumen 7, 85.
- OMEGA, s. (2016). OMEGA a spectris company. Obtenido de OMEGA a spectris company: <https://es.omega.com/prodinfo/sondas-de-nivel-medicion.html>
- Ortega, R. (2016). Puertadeenlace.com. Obtenido de <https://www.puertadeenlace.com/faq/general/46-que-es-una-puerta-de-enlace-gateway>

- Polo, E. M. (2008). Técnicas de localización en redes inalámbricas de sensores. Instituto de Investigación en Informática de Albacete Departamento de Sistemas Informáticos Universidad de Castilla-La Mancha.
- Rojas, J. V. (2009). Consulta y Actualización de Base de Datos Mediante Equipos Móviles. México: AlfaOmega.
- S.A.S., F. y. (2019). Fibras y Normas. Obtenido de Fibras y Normas: <https://www.fibrasnormasdecolombia.com/terminos-definiciones/caudal-definicion-y-metodos-de-medicion/>
- Villagómez, C. (2017). Estándar GSM (Sistema global de comunicaciones móviles) . CCM. Obtenido de <https://es.ccm.net/contents/681-estandar-gsm-sistema-global-de-comunicaciones-moviles>

ANEXOS

ANEXO 1: CAPTURAS DE PANTALLA DEL SISTEMA

ENECO Universidad Técnica Cotopaxi

Overview Notifications Manage Reports Sensor Maps

View Gateways

All	Type	Sensor Name	Data	Last Check In	Signal	Battery
<input type="checkbox"/>		Ultrasonic Ranger - 390916	34 cm	1/28/2020 5:16 PM		

Type: Ultrasonic Ranger
 Last Check-in: 1/28/2020 - 5:16 PM
 Next Check-in: Not available

Sensor ID: 390916
 Belongs to Network: Alerta Temprana

History Chart Notifications Export Edit Calibrate Scale

Missed Communications Date Range: 01/29/2020 - 01/30/2020

Date	Signal	Battery	Sensor Reading

Network Overview Account Information eneco.com.ec © 2016 ENECO - Energía Ecológica S.A.

ENECO Universidad Técnica Cotopaxi

Overview Notifications Manage Reports Sensor Maps

View Gateways

All	Type	Sensor Name	Data	Last Check In	Signal	Battery
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ultrasonic Ranger - 390916	400 cm - Measurement Out of Range: Too Far	1/30/2020 8:21 PM		

Network Overview Account Information eneco.com.ec © 2016 ENECO - Energía Ecológica S.A.

View Gateways

All Type Sensor Name Data Last Check In Signal Battery

Ultrasonic Ranger - 390916 400 cm - Measurement Out of Range: Too Far 1/30/2020 8:21 PM

Type: Ultrasonic Ranger
 Last Check-in: 1/30/2020 - 8:21 PM
 Next Check-in: 1/30/2020 8:51 PM

Sensor ID: 390916
 Belongs to Network: Alerta Temprana
 GatewayID: 942167

History Chart Notifications Export Edit Calibrate Scale

Missed Communications Date Range: 01/01/2020 - 01/30/2020

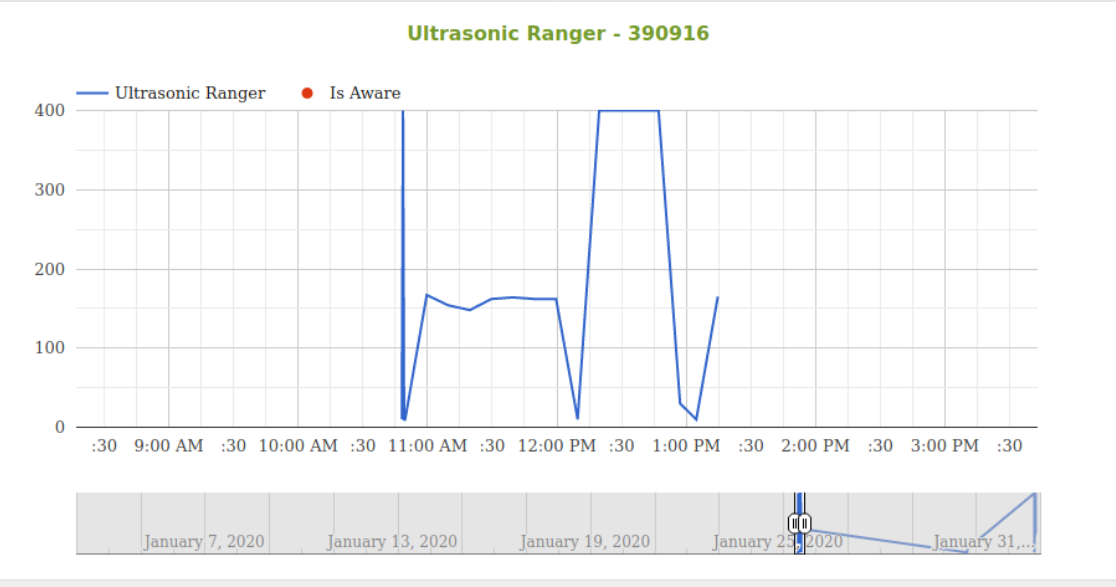
Date	Signal	Battery	Sensor Reading
1/30/2020 8:21 PM	100	100	400 cm - Measurement Out of Range: Too Far
1/30/2020 8:14 PM	100	100	+ Add Note 138 cm
1/30/2020 8:04 PM	100	100	137 cm
1/30/2020 7:54 PM	100	100	138 cm
1/30/2020 7:44 PM	100	100	138 cm
1/30/2020 7:34 PM	100	100	137 cm
1/30/2020 7:24 PM	100	100	89 cm
1/30/2020 7:23 PM	100	100	11 cm
1/30/2020 7:23 PM	100	100	400 cm - Measurement Out of Range: Too Far

Type: Ultrasonic Ranger
 Last Check-in: 1/30/2020 - 8:21 PM
 Next Check-in: 1/30/2020 8:51 PM

Sensor ID: 390916
 Belongs to Network: Alerta Temprana
 GatewayID: 942167

History **Chart** Notifications Export Edit Calibrate Scale

Sensor Readings Date Range: 01/01/2020 - 01/30/2020



**ANEXO 2: INFORME TÉCNICO ESTRUCTURAL PARA LA CONTRUCCIÓN DE LA
BASE DEL SENSOR**



**BUREAU
VERITAS**

Certificate Serial No. EA/12/EC/13016

LUIS GUEVARA RODRIGUEZ

INGENIERO CIVIL. MSC.

RUC 1802393650001

DIRECCION: CIUDADELA JARDIN AMBATEÑO, JACINTO VERDAQUER Y CANTU

CELULAR: 0995235581

**INFORME TECNICO ESTRUCTURAL
CONSTRUCCION BASE SENSOR INALAMBRICO**



Certificate Serial No. EA/12/EC/13016

LUIS QUEVARA RODRIGUEZ

INGENIERO CIVIL MSc.

RUC 1802393650001

DIRECCION: CIUDADELA JARDIN AMBATEÑO, JACINTO VERDAQUER Y CANTU

CELULAR: 0995235581

INFORME TECNICO ESTRUCTURAL CONSTRUCCION BASE SENSOR INALAMBRICO

ANTECEDENTES

La construcción de elementos estructurales, con materiales en especial el hormigón armado, mismo que está compuesto por la elaboración de una mezcla de material pétreo mas agua y cemento portland combinados con barras de acero estructural; constituyen un apoyo para el desarrollo de la educación, salud y vivienda.

La construcción de estructuras deben estar basados en técnicas, Normas y especificaciones Técnicas, con la finalidad de que el producto final de la construcción sea lo mas seguro.

JUSTIFICACION

El presente informe, constituye un soporte técnico basado en especificaciones y normas, que la práctica de la construcción demanda para su ejecución, además de asegurar la inversión; ya que al ser una base de soporte, que estará construida a la orilla del rio, debe considerar aparte de los elementos propios de la estructura (peso propio, corte y momento), la fuerza con la que el rio golpea al elemento estructural.

El elemento estructural a construirse, servirá de soporte para colocar un aparato tecnológico de medición del caudal del rio.

OBJETIVO

Presentar una guía práctica, para la construcción de un elemento estructural, mismo que servirá de Base para Sensor Inalámbrico.

METODOLOGIA

La metodología utilizada es la del cálculo estructural de una zapata de cimentación sobre la cual se apoyara una columna, cuyas dimensiones estarán determinadas una vez que se haya hecho el diseño correspondiente de estos elementos (zapata, columna).

Se debe considerar primeramente la capacidad portante del suelo sobre la cual se asentará el elemento estructural, ya que deberá cumplir condiciones de estabilidad, compactación, y capacidad de carga.



Certificate Serial No. EA/12/EC/13016

LUIS QUEYARA RODRIGUEZ

INGENIERO CIVIL MSC.

RUC 1802383650001

DIRECCION: CIUDADELA JARDIN AMBATEÑO, JACINTO VERDAQUER Y CANTU

CELULAR: 0995235551

Los factores a considerarse para la construcción de la Base para Sensor Inalambrico, son el peso propio, carga viva, carga de viento y carga sísmica.

DESARROLLO

Primeramente, se procede con la cuantificación de cargas, para el pre dimensionamiento tanto de la zapata como de la columna; una vez analizado las condiciones de carga, corte y momento, se determina las dimensiones de los elementos estructurales, mismos que a continuación se detallan:

Nivel de cimentación -1.50 m

Dimensión de zapata: L= 1.5x1.5 m

Espesor de la zapata e= 0.30 m

Parrilla de cimentación 1 varilla de 12 cm cada 0.20 m en los sentidos X e Y

Columna estructural de 0.30x0.30 m

Armado de columna con varilla de acero estructural, 6 varillas de longitud 3.50m, diámetro 12mm, estribos de amarre de columna con varilla de 10mm espaciado al tercio medio (cada 15 cm y cada 20cm, respectivamente) es decir se toma a partir del nivel libre del suelo la tercera parte de la altura de la columna.

CONCLUSIONES

Se concluye que los elementos estructurales, no deben ser construidos de manera empírica, ya que de hacerlo; tanto la inversión como la seguridad están vulnerables a acciones de la naturaleza o fuerzas propias físico mecánicas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda construir el elemento estructural, que servirá de Base para Sensor Inalámbrico; conforme a las dimensiones propuestas en el presente informe.

Luis Queyara Rodríguez

Ingeniero Civil LPT 18-833



BUREAU
VERITAS

Certificado Serial No. EA/12/EC/13016

LUIS GUEVARA RODRIGUEZ

INGENIERO CIVIL MSC.

RUC 1802393650001

DIRECCION: CIUDADELA JARDIN AMBATEÑO, JACINTO VERDAQUER Y CANTU

PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA ESTRUCTURA SOPORTE PARA SENSOR INALAMBRICO

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
replanteo y nivelacion	m2	4	1,75	7
excavacion manual sin clasificar	m3	3,6	4,94	17,784
hormigon de 180 kg/cm2, replantillo	m3	0,23	142,65	32,8095
acero de refuerzo	kg	77,06	3	231,18
hormigon de 210 kg/cm2, elementos estructurales incluye encofrado	m3	0,97	185,2	179,644
suministro y colocacion tubo de PVC 3pulg., plastigama	u	1	10	10
				478,4175

f.-

ANEXO 3: APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS

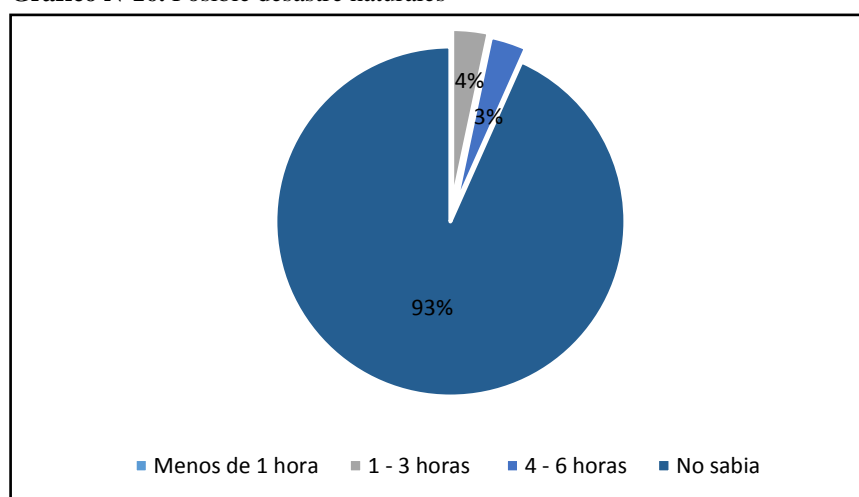
Resultado de la aplicación de encuestas

1. Previo al último desastre, ¿Con que anticipación conocía usted sobre algún posible desastre naturales?

Tabla N°16.- Posible desastre naturales

Variable	Posible desastre naturales	Porcentaje
Menos de 1 hora		
1 - 3 horas	1	4%
4 - 6 horas	1	3%
No sabia	28	93%
Total	30	100%

Gráfico N°16. Posible desastre naturales



Fuente: Trabajo de campo.
Elaborado: Equipo de trabajo

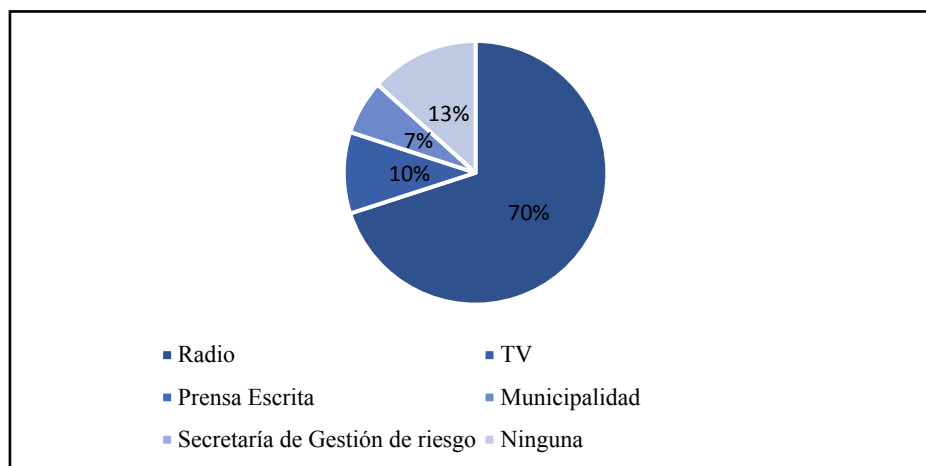
Interpretación: El 93% de los encuestados da a conocer no que sabía con anticipación sobre algún desastre natural.

2. ¿A través de qué medio de comunicación se dio a conocer a la población sobre algún desastre que podría suceder?

Tabla N°17.- Desastre Natural

Variable	Medios de comunicación	Porcentaje
Radio	21	70%
TV	3	10%
Prensa Escrita		
Municipalidad	2	7%
Secretaría de Gestión de riesgo		
Ninguna	4	13%
Total	30	100%

Gráfico N°17. Medios de comunicación



Fuente: Trabajo de campo.

Elaborado: Equipo de trabajo

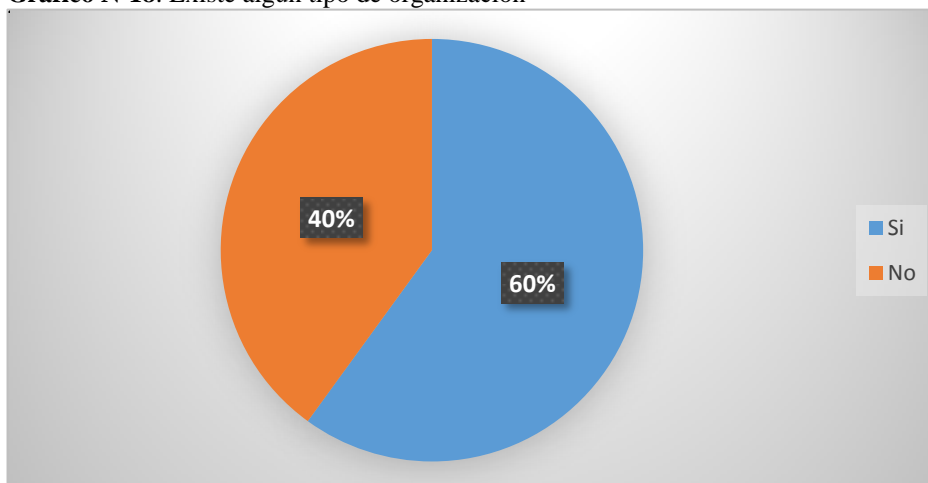
Interpretación: El 70% del total de los 30 encuestados utiliza como medio de comunicación la radio, 10% la TV, municipalidad el 7% y ningún medio de comunicación el 13%.

3. ¿Existe algún tipo de organización en la comunidad?

Tabla N°18.- Existe algún tipo de organización

Variable	Existe algún tipo de organización	Porcentaje
Si	18	60%
No	12	40%
Total	30	100%

Gráfico N°18. Existe algún tipo de organización



Fuente: Trabajo de campo.

Elaborado: Equipo de trabajo.

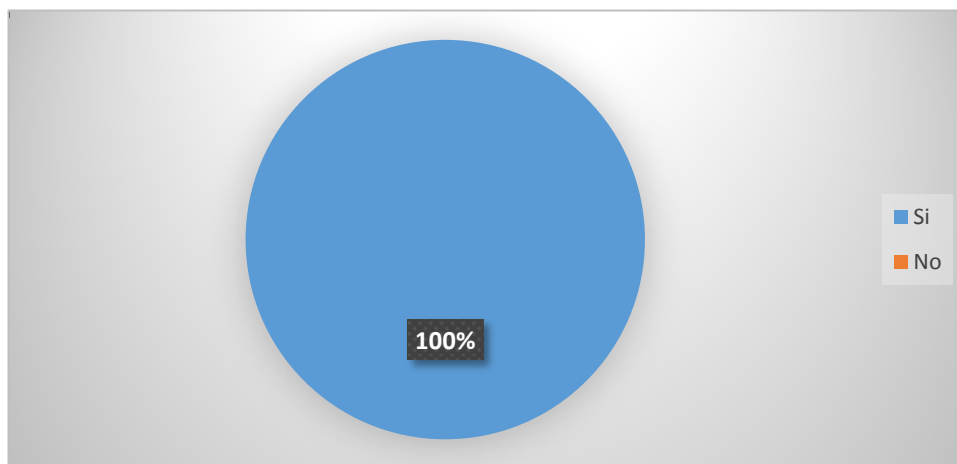
Interpretación: El 60% del total de los 30 encuestados da a conocer de que si existe organización con la comunidad, mientras que el 40% no tiene una organización con la comunidad.

4. ¿Cree usted que es necesario que exista un sistema de prevención ante posibles desastres naturales?

Tabla N°19.- Sistema de prevención ante posibles desastres naturales

Variable	Sistema de prevención ante posibles desastres naturales	Porcentaje
Si	30	100%
No		
Total	30	100%

Gráfico N°19.- Sistema de prevención ante posibles desastres naturales



Fuente: Trabajo de campo.

Elaborado: Equipo de trabajo.

Interpretación: El 100% del total de los 30 encuestados da a conocer que si es necesario que exista un sistema de prevención ante posibles desastres naturales.