

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO



INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUDAMERICANO
Formando gente de talento!



ELECTRÓNICA
TECNOLOGÍA ELÉCTRICA

TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRÓNICA

SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO DE CONSUMO DE AGUA A
TRAVÉS DE LA RED 0G EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2021.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO
A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO
EN LA CARRERA DE ELECTRÓNICA.

AUTOR:

Sarango Chalan Jhonther Fabricio

DIRECTOR:

Ing. Manuel Asdrual Montaña Blacio

Loja, Octubre 2021

Certificación del director del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera**Ing.**

Manuel Asdrual Montaña Blacio

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN**CERTIFICA:**

Que ha supervisado el presente proyecto de investigación titulado “**SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO DE CONSUMO DE AGUA A TRAVÉS DE LA RED 0G EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2021**” el mismo que cumple con lo establecido por el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano; por consiguiente, autorizo su presentación ante el tribunal respectivo.

Loja, 13 de octubre de 2021

.....

Firma**Ing. Manuel Asdrual Montaña Blacio**

Autoría

Yo JHONTER FABRICIO SARANGO CHALÁN C.I. N°1950125763 declaro ser el autor del presente trabajo de tesis titulado SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO DE CONSUMO DE AGUA A TRAVÉS DE LA RED 0G EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2021, es original e inédito, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el proyecto de investigación

Loja, 13 de octubre de 2021

.....

Firma

C.I. 1950125763

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en estos años, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres. A mis hermanos (as) por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida. A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

JHONTER FABRICIO SARANGO CHALAN

Agradecimiento

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Gracias a mis padres: Irma y Jorge, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado. Agradecemos a nuestros docentes del INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión, de manera especial, al ingeniero Manuel Asdrual Montaña Blacio tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, también al ingeniero Oscar Jimenez quien también nos brindó apoyo en el desarrollo de nuestro proyecto.

JHONTER FABRICIO SARANGO CHALAN

Acta de cesión de derechos

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA

Conste por el presente documento la cesión de los derechos de proyecto de investigación de fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:

PRIMERA. - El Ing. Manuel Asdrual Montaña Blacio, por sus propios derechos, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera; y el señor Marco Ivan Tenenuela Salazar; mayor de edad, por sus propios derechos en calidad de autor del proyecto de investigación de fin de carrera; emiten la presente acta de cesión de derechos.

SEGUNDA. - Declaratoria de autoría y política institucional.

UNO. – Jhonther Fabricio Sarango Chalan, realizó la Investigación titulada **“SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO DE CONSUMO DE AGUA A TRAVÉS DE LA RED 0G EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2021”** para optar por el título de Tecnólogo en Electrónica, en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja, bajo la dirección del Ing. Manuel Asdrual Montaña Blacio.

DOS. - Es política del Instituto que los proyectos de investigación de fin de carrera se apliquen y materialicen en beneficio de la comunidad.

TERCERA. - Los comparecientes Ing. Manuel Asdrual Montaña Blacio, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera y Jhonther Fabricio Sarango Chalan como autor, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos en proyecto de investigación de fin de carrera titulada **“Sistema de control y monitoreo de consumo de agua a través de la red 0G en el**

periodo abril-septiembre 2021” a favor del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja; y, conceden autorización para que el Instituto pueda utilizar esta investigación en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

CUARTA. - Aceptación. - Las partes declaran que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derechos.

Para constancia suscriben la presente cesión de derechos, en la ciudad de Loja, en el mes de marzo del año 2021.

F. _____

Ing. Manuel Asdrual Montaña Blacio

C.I. 0706440674

F. _____

Jhonther Fabricio Sarango Chalan

C.I. 1950125763



Declaración juramentada

Loja, 13 de octubre de 2021

Nombres: Jhonther Fabricio

Apellidos: Sarango Chalan

Cédula de Identidad: 1950125763

Carrera: Electrónica

Semestre de ejecución del proceso de titulación: Abril 2021 – Septiembre 2021. Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:

“SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO DE CONSUMO DE AGUA A TRAVÉS DE LA RED 0G EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2021”

En calidad de estudiante del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja;

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
2. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El trabajo de investigación de fin de carrera presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de investigación de fin de carrera presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello.

Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja.

Firma

Nro. Cédula 1950125763

1. Índice de contenido

1.1. Índice de temas

1. Índice de contenido.....1

1.1 Índice de temas.....1

1.2. Índice de figuras.....1

1.3. Índice de tablas.....1

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA.....II**

AUTORÍA..... III

DEDICATORIA..... IV

AGRADECIMIENTO V

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS VI

DECLARACIÓN JURAMENTADA VIII

2. RESUMEN.....5

3. PROBLEMÁTICA.....6

4. TEMA.....8

5. JUSTIFICACIÓN9

6. OBJETIVOS.....10

6.1. Objetivo general.	10
6.2. Objetivos específicos.	10
7. MARCO TEÓRICO	11
7.1. Marco institucional	11
7.2. Marco conceptual.	18
7.2.1. Antecedentes investigativos.	18
7.2.2. Sistema de medición de agua	20
7.2.3. Redes Emergentes 0G	21
7.2.4. Internet de las cosas	24
7.2.5. Plataformas Iot	28
7.2.6. Sistemas inteligentes	33
7.2.7. Medición de trabajo red 0G.....	37
7.2.8. Recolección de datos.....	38
8. DISEÑO METODOLÓGICO	39
8.1. Métodos de investigación	39
8.1.1. Método hermenéutico.....	39
8.1.2. Método fenomenológico.	39
8.1.3. Método practico proyectual.....	39
8.2. Técnicas de investigación	40
8.2.1. Investigación documental	40
8.2.2. Observación.....	41
8.2.3. Prueba y error	41

9. PROPUESTA DE ACCIÓN.....	43
9.1. Herramientas y materiales a usar.....	43
9.1.1. Software.....	43
9.1.2. Hardware.....	46
9.2. Desarrollo de la propuesta.....	51
9.2.1. Registro de la tarjeta Ufox.....	52
9.2.2. Programación de la tarjeta Ufox.....	54
9.2.3. Diagrama de conexión y comunicación Ufox.....	55
9.2.4. Diagrama de comunicación Backend Sigfox-ThingSpeak.....	56
9.2.5. Visualización de datos en ThingView.....	58
9.2.6. Diagrama eléctrico-Fritzing.....	58
9.2.7. Estuche para el ensamblaje del prototipo.....	59
9.2.8. Pruebas de funcionamiento.....	60
9.2.9. Resultados obtenidos.....	61
9.2.10. Evaluación de resultados.....	61
10. CONCLUSIONES.....	62
11. RECOMENDACIONES.....	63
12. REFERENCIAS.....	64
13. ANEXOS.....	68
13.1. Certificado de aprobación.....	68
13.2. Autorización para la ejecución.....	69

13.3. Certificado de implementación	70
13.4. Certificado de Abstract.....	71
13.5. Presupuesto.....	72
13.6. Cronograma de actividades.....	73
13.7. Programación para el dispositivo medidor inteligente de consumo de agua. 	74
13.8. Ilustración del Funcionamiento del dispositivo.....	77
13.9. Dispositivo final.....	78

2. Resumen.

Esta investigación se basa en el desarrollo de dispositivos electrónicos que permitan realizar el control y monitoreo del consumo de agua potable en cuatro residencias diferentes de la ciudad de Loja con el uso de nuevas tecnologías asociadas al internet de las cosas.

Actualmente la ciudad de Loja aun cuenta en su totalidad con un sistema tradicional de control y monitoreo del consumo de agua potable de sus usuarios, lo cual trae consigo un gasto y consumo de tiempo y recursos económicos en la operación del personal que trabaja en el monitoreo del consumo. El objetivo principal de esta investigación es realizar un medidor inteligente de agua potable, con el uso de redes emergentes y sensores conectados a la red 0G.

Para la investigación de este proyecto se emplearon 3 métodos de investigación; el método hermenéutico, método fenomenológico y método practico proyectual, mismos que nos permitieron entender el contexto y tener una mejor visión del entorno en el que se va a trabajar. Cada uno de estos métodos estuvieron ligados a una revisión de literatura, donde finalmente se obtuvo como resultado un dispositivo inteligente que ofrece datos en tiempo real sobre el consumo de agua con un margen de error del 2%.

Los resultados obtenidos nos permitieron concluir que la utilización de un sistema de monitoreo como el propuesto en el presente trabajo, es apto y factible, otorgando datos confiables referentes al consumo de agua; al tiempo que se incluyen tecnologías de cuarta transformación como lo es el internet de las cosas, permitiendo al usuario tener comodidad a la hora de obtener información de forma inteligente.

3. Problemática.

En los últimos años ha ido aumentando considerablemente la demanda de agua potable para el consumo humano, lo cual ha traído complicaciones en relación a oferta. Los cálculos en relación de la oferta y demanda en el sector hídrico despejan datos que no coinciden, descubriendo así la escasez de este recurso natural, lo que provoca una presión y alarma sobre las empresas hídricas proveedoras, distribuidoras, a causa de diferentes factores como fugas, el uso excesivo y el uso inadecuado del agua en los hogares y demás sitios que lo consumen (Calle et al., 2008).

Una revisión de 54 proyectos de países que están en vías de desarrollo demostró que aproximadamente el 34% de agua es desperdiciada en su suministro, aunque puede haber casos con mayor porcentaje de gravedad o pérdida. Desde la oferta es posible regular pérdidas técnicas, que se suscitan en su mayoría debido a averías y deterioro de las tuberías, en la mayoría de estos casos los porcentajes son pequeños, lentos y no visibles, lo que complica su detección y reparación. La presencia de fugas obliga a distribuir más agua de la necesaria y/o aumentar la presión en el sistema de distribución, pero esto a la vez agrava las fugas (Morales, 2015).

Las fugas de agua en una red de distribución son una de las principales causas de desperdicio de agua, reducen el rendimiento de la red y ocasionan pérdidas económicas a los organismos de distribución hídrica, estas en su mayoría son provocadas por el agrietamiento transversal, aplastamiento o agrietamiento longitudinal de las tuberías, la corrosión o el mal junteo de los tubos. Al no ser visibles estas fugas es necesario una herramienta que permita localizarlas. En ciertos países las fugas de agua pueden llegar a ser de hasta el 50% de la cantidad requerida para los habitantes (Fuentes-Mariles et al., 2011).

La ciudad de Loja aun cuenta en su totalidad con medidores de agua tradicionales, lo cual requiere su monitoreo y adquisición de datos manualmente, el personal contratado por la empresa tiene que dirigirse hasta cada uno de los sitios donde están los medidores de agua para la recolección de sus datos, convirtiéndose en un proceso tedioso por la cantidad de dispositivos instalados en la ciudad de Loja. Esto a la empresa le implica un consumo económico para la contratación del personal que tiene que realizar dicha tarea, reduciendo así utilidades para la empresa proveedora del sector hídrico (Espinel Alava, 2019).

4. Tema

SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO DE CONSUMO DE AGUA A
TRAVÉS DE LA RED 0G EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2021.

5. Justificación

En el presente desarrollo de la investigación como modelo tecnológico y académico se realizará sistema de control y monitoreo de consumo de agua a través de la red 0G en el periodo Abril – Septiembre 2021 para el presente proyecto se aplica todos los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera de Electrónica y mediante la investigación lograr con eficiencia y éxito el proyecto propuesto. Así mismo, esta investigación es un requisito para la obtención del título de “Tecnología Superior en Electrónica” en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano.

Es de suma importancia, el análisis y la utilidad de enfocar el proyecto de fin de carrera en técnicas de monitoreo a través de tecnologías emergentes como lo es la red 0G, que está enfocada a la trasmisión de pequeños datos de forma rápida y es utilizada frecuentemente en el internet de las cosas. Por ello, para implementar el sistema de control y monitoreo se aplicará esta tecnología que nos brinda una solución confiable con la finalidad de optimizar el consumo de agua, por medio de la implementación de medidores inteligentes.

Entre los beneficios a destacar, es tener un ahorro de agua en los domicilios y demás sitios de la ciudad de Loja ya que es un recurso natural indispensable, usuario que será participe o beneficiado de este proyecto, otro beneficio al tener un monitoreo preciso del nivel de agua es que gracias a este medidor inteligente se podría detectar fugas de agua en el domicilio que afectaría económicamente al usuario consumidor.

6. Objetivos

6.1. Objetivo general.

- Realizar un medidor inteligente de agua potable, con el uso de sensores conectados a la red 0G, para el control y monitoreo del consumo de agua de los usuarios.

6.2. Objetivos específicos.

- Investigar sobre tecnologías que permitan monitorear y controlar el consumo de agua en el usuario final a través de una revisión de literatura.
- Proponer un prototipo para el monitoreo preciso de consumo de agua en base a la literatura recolectada.
- Instalar y realizar pruebas mediante envío de datos desde el medidor hacia la red para corroborar su funcionamiento.

7. Marco Teórico

7.1. Marco institucional

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO



a. RESEÑA HISTÓRICA

El Señor Manuel Alfonso Manitio Conumba, crea el Instituto Técnico Superior Particular Sudamericano, para la formación de TECNICOS, por lo que se hace el trámite respectivo en el Ministerio de Educación y Cultura, y con fecha 4 de junio de 1996, autoriza con resolución Nro. 2403, la CREACIÓN y el FUNCIONAMIENTO de este Instituto Superior, con las especialidades del ciclo pos-bachillerato de:

1. Contabilidad Bancaria
2. Administración de Empresas, y;
3. Análisis de Sistemas

Para el año lectivo 1996-1997, régimen costa y sierra, con dos secciones diurno y nocturno facultando otorgar el Título de Técnico Superior en las especialidades autorizadas.

Posteriormente, con resolución Nro. 4624 del 28 de noviembre de 1997, el Ministerio de Educación y Cultura, autoriza el funcionamiento del ciclo pos bachillerato, en las especialidades de:

1. Secretariado Ejecutivo Trilingüe, y;
2. Administración Bancaria.

Con resolución Nro. 971 del 21 de septiembre de 1999, resuelve el Ministerio de Educación y Cultura, elevar a la categoría de INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR PARTICULAR SUDAMERICANO, con las especialidades de:

1. Administración Empresarial
2. Secretariado Ejecutivo Trilingüe
3. Finanzas y Banca, y;
4. Sistemas de Automatización

Con oficio circular nro. 002-DNPE-A del 3 de junio de 2000, la Dirección Provincial de Educación de Loja, hace conocer la nueva Ley de Educación Superior, publicada en el Registro Oficial, Nro. 77 del mes de junio de 2000, en el cual dispone que los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos, que dependen del Ministerio de Educación y Cultura, forman parte directamente del “Sistema Nacional de Educación Superior” conforme lo determina en los artículos 23 y 24. Por lo tanto en el mes de noviembre de 2000, el Instituto Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja, pasa a formar parte del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) con Registro Institucional Nro. 11-009 del 29 de noviembre de 2000.

A medida que avanza la demanda educativa el Instituto propone nuevas tecnologías, es así que con Acuerdo Nro. 160 del 17 de noviembre de 2003, la Dirección Ejecutiva del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) otorga licencia de funcionamiento en la carrera de:

1. Diseño Gráfico y Publicidad.

Para que conceda títulos de Técnico Superior con 122 créditos de estudios y a nivel Tecnológico con 185 créditos de estudios.

Finalmente, con Acuerdo Nro. 351 del 23 de noviembre de 2006, el Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) acuerda otorgar licencia de funcionamiento para las tecnologías en las carreras de:

1. Gastronomía
2. Gestión Ambiental
3. Electrónica, y;
4. Administración Turística.

Otorgando los títulos de Tecnólogo en las carreras autorizadas, previo el cumplimiento de 185 créditos de estudio.

Posteriormente y a partir de la creación del Consejo de Educación Superior (CES) en el año 2008, el Tecnológico Sudamericano se somete a los mandatos de tal organismo y además de la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT), del Consejo Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES); así como de sus organismos anexos.

Posterior al proceso de evaluación y acreditación dispuesto por el CEAACES; y, con Resolución Nro. 405-CEAACES-SE-12-2106, de fecha 18 de mayo del 2016 se otorga al Instituto Tecnológico Superior Sudamericano la categoría de “Acreditado” con una calificación del 91% de eficiencia.

Actualmente las autoridades del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano se encuentran laborando en el proyecto de rediseño curricular de sus carreras con el fin de que se ajusten a las necesidades del mercado laboral y aporten al cambio de la Matriz Productiva de la Zona 7 y del Ecuador.

b. MISIÓN, VISIÓN y VALORES

Desde sus inicios la MISIÓN y VISIÓN, han sido el norte de esta institución y que detallamos a continuación:

MISIÓN:

“Formar gente de talento con calidad humana, académica, basada en principios y valores, cultivando pensamiento crítico, reflexivo e investigativo, para que comprendan que la vida es la búsqueda de un permanente aprendizaje”

VISIÓN:

“Ser el mejor Instituto Tecnológico del país, con una proyección internacional para entregar a la sociedad, hombres íntegros, profesionales excelentes, líderes en todos los campos, con espíritu emprendedor, con libertad de pensamiento y acción”

VALORES: Libertad, Responsabilidad, Disciplina, Constancia y estudio.

c. REFERENTES ACADÉMICOS

Todas las metas y objetivos de trabajo que desarrolla el Instituto Tecnológico Sudamericano se van cristalizando gracias al trabajo de un equipo humano: autoridades, planta administrativa, catedráticos, padres de familia y estudiantes; que día a día contribuyen con su experiencia y fuerte motivación de pro actividad para lograr las metas institucionales y personales en beneficio del desarrollo socio cultural y económico de la provincia y del país. Con todo este aporte mancomunado la familia sudamericana hace honor a su slogan “gente de talento hace gente de talento”.

Actualmente la Mgs. Ana Marcela Cordero Clavijo, es la Rectora titular; Ing. Patricio Villamarín coronel. - Vicerrector Académico.

El sistema de estudio en esta Institución es por semestre, por lo tanto, en cada semestre existe un incremento de estudiantes, el incremento es de un 10% al 15% esto es desde el 2005. Por lo general los estudiantes provienen especialmente del cantón Loja, pero también tenemos estudiantes de la provincia de Loja como: Cariamanga, Macará, Amaluza, Zumba, zapotillo, Catacocha y de otras provincias como: El Oro (Machala), Zamora, la cobertura académica es para personas que residen en la Zona 7 del país.

d. POLÍTICAS INSTITUCIONALES

- Las políticas institucionales del Tecnológico Sudamericano atienden a ejes básicos contenidos en el proceso de mejoramiento de la calidad de la educación superior en el Ecuador.
- Esmero en la atención al estudiante: antes, durante y después de su preparación tecnológica puesto que él es el protagonista del progreso individual y colectivo de la sociedad.

- Preparación continua y eficiente de los docentes; así como definición de políticas contractuales y salariales que le otorguen estabilidad y por ende le faciliten dedicación de tiempo de calidad para atender su rol de educador.
- Asertividad en la gestión académica mediante un adecuado estudio y análisis de la realidad económica, productiva y tecnología del sur del país para la propuesta de carreras que generen solución a los problemas.
- Atención prioritaria al soporte académico con relevancia a la infraestructura y a la tecnología que permitan que docentes y alumnos disfruten de los procesos enseñanza – aprendizaje.
- Fomento de la investigación formativa como medio para determinar problemas sociales y proyectos que propongan soluciones a los mismos.
- Trabajo efectivo en la administración y gestión de la institución enmarcado en lo contenido en las leyes y reglamentos que rigen en el país en lo concerniente a educación y a otros ámbitos legales que le competen.
- Desarrollo de proyectos de vinculación con la colectividad y preservación del medio ambiente; como compromiso de la búsqueda de mejores formas de vida para sectores vulnerables y ambientales.

e. OBJETIVOS INSTITUCIONALES

Los objetivos del Tecnológico Sudamericano tienen estrecha y lógica relación con las políticas institucionales, ellos enfatizan en las estrategias y mecanismos pertinentes:

- Atender los requerimientos, necesidades, actitudes y aptitudes del estudiante mediante la aplicación de procesos de enseñanza – aprendizaje en apego estricto a la pedagogía, didáctica y psicología que dé lugar a generar gente de talento.
- Seleccionar, capacitar, actualizar y motivar a los docentes para que su labor llegue hacia el estudiante; por medio de la fijación legal y justa de políticas contractuales.
- Determinar procesos asertivos en cuanto a la gestión académica en donde se descarte la improvisación, los intereses personales frente a la propuesta de nuevas carreras, así como de sus contenidos curriculares.

- Adecuar y adquirir periódicamente infraestructura física y equipos tecnológicos en versiones actualizadas de manera que el estudiante domine las TIC'S que le sean de utilidad en el sector productivo.
- Priorizar la investigación y estudio de mercados; por parte de docentes y estudiantes aplicando métodos y técnicas científicamente comprobados que permitan generar trabajo y productividad.
- Planear, organizar, ejecutar y evaluar la administración y gestión institucional en el marco legal que rige para el Ecuador y para la educación superior en particular, de manera que su gestión sea el pilar fundamental para lograr la misión y visión.
- Diseñar proyectos de vinculación con la colectividad y de preservación del medio ambiente partiendo del análisis de la realidad de sectores vulnerables y en riesgo de manera que el Tecnológico Sudamericano se inmiscuya con pertinencia social.

ESTRUCTURA DEL MODELO EDUCATIVO Y PEDAGÓGICO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR SUDAMERICANO

Figura 1:

Estructura del modelo educativo.

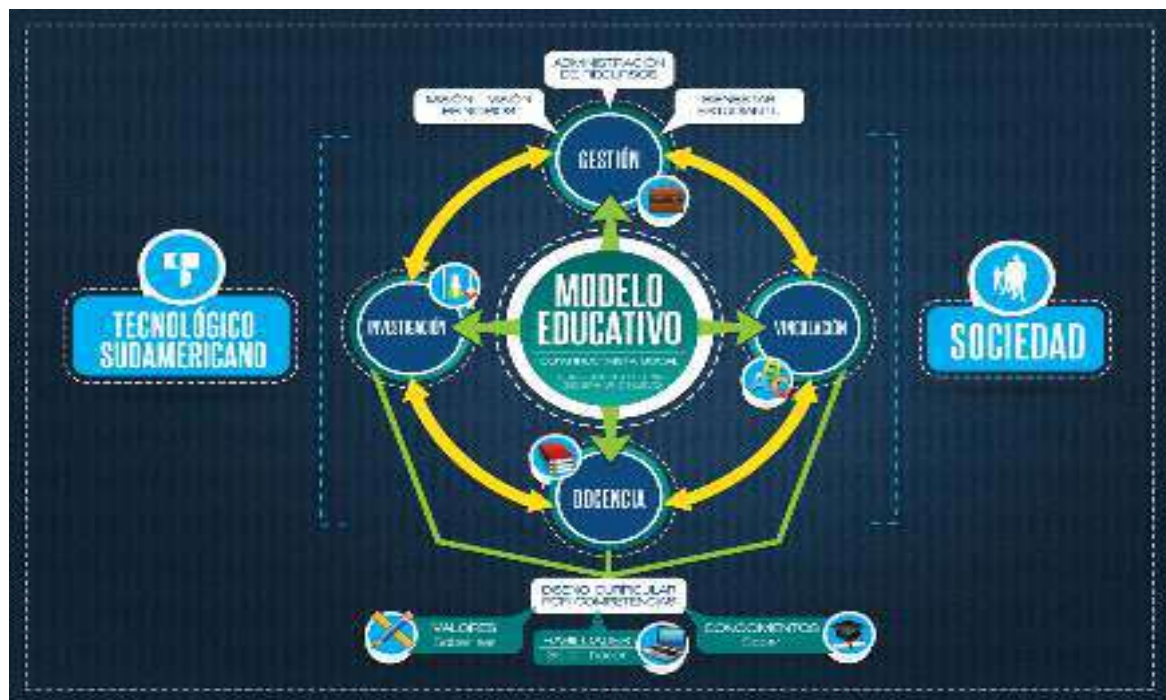


Imagen tomada de: <https://tecnologicosudamericano.edu.ec/>

f. PLAN ESTRATÉGICO DE DESARROLLO.

El Instituto Tecnológico Superior Sudamericano cuenta con un plan de desarrollo y crecimiento institucional trazado desde el 2016 al 2020; el cual enfoca puntos centrales de atención:

- Optimización de la gestión administrativa
- Optimización de recursos económicos
- Excelencia y carrera docente
- Desarrollo de investigación a través de su modelo educativo que implica proyectos y productos integradores para que el alumno desarrolle: el saber ser, el saber y el saber hacer
- Ejecución de programas de vinculación con la colectividad

- Velar en todo momento por el bienestar estudiantil a través de: seguro estudiantil, programas de becas, programas de créditos educativos internos, impulso académico y curricular
- Utilizar la TIC'S como herramienta prioritaria para el avance tecnológico
- Automatizar sistemas para operativizar y agilizar procedimientos
- Adquirir equipo, mobiliario, insumos, herramientas, modernizar laboratorios a fin de que los estudiantes obtengan un aprendizaje significativo
- Rendir cuentas a los organismos de control como CES, SENESCYT, CEAACES, SNIESE, SEGURO SOCIAL, SRI, Ministerio de Relaciones Laborales; CONADIS, docentes, estudiantes, padres de familia y la sociedad en general
- Adquirir el terreno para la edificación de un edificio propio y moderno hasta finales del año dos mil quince.

La presente información es obtenida de los archivos originales que reposan en esta dependencia (Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, 2013).

7.2. Marco conceptual.

7.2.1. Antecedentes investigativos.

Al investigar proyectos, archivos, documentos sobre “Sistemas de monitoreo inteligente de agua potable” se han encontrado trabajos que en cierta manera tienen relación con el tema mencionado, a continuación, se presenta algunos que son de mayor similitud al desarrollo de esta investigación:

Tesis con el nombre de “DESARROLLO INTEGRAL A TRAVÉS DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE AGUA POTABLE PARA LA EMPRESA PUBLICA PORTOAGUAS” su autor Freddy Andrés Espinel Alava, correspondiente al año 2018, se lo toma por su importancia e influencia en el sistema de monitoreo inteligente de agua, para familiarizarnos más y abordar el tema.

La tesis con el nombre de “SISTEMA DE MEDIDOR INTELIGENTE DE AGUA POTABLE DOMICILIARIO PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA “EL ABRA”” su autor Juan Carlos Farinango Tuquerres, correspondiente a diciembre del año 2018, es de gran importancia para conocer lo métodos y herramientas empleadas por él, para conocer más sobre proyectos de este tipo.

El trabajo de titulación con el nombre de “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO INTELIGENTE DE ASIGNACIÓN, MEDICIÓN Y ALERTA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE PARA HOGARES RESIDENCIALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA” sus autores Gusqui Macas Gloria Rebeca y Chaglla Moina Ana Graciela, correspondiente a diciembre del año 2016, es de gran importancia para conocer las nuevas tecnologías que se están empleando para la conexión remota de dispositivos.

El documento con el nombre “DISEÑO DE PROTOTIPO IOT PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA A PARTIR DE LA MEDICIÓN DE CONSUMOS EN EL HOGAR” sus autores Jenny Andrea Corredor Torres, Darwin Yesid Ortiz Rodríguez, David Julián Zabala Solano y Mauro Fernando Diaz Martin, correspondiente al año 2020, se considera y adjunta por su similitud a nuestro proyecto de titulación, para entender el sistema de medición inteligente de agua.

7.2.2. Sistema de medición de agua

La empresa de servicio de agua potable se encarga netamente de ofrecer a la ciudadanía el servicio del líquido vital tanto en calidad como en cantidad, para ello la empresa se encarga de realizar diferentes tareas durante el servicio, como la revisión de los medidores de agua, el mantenimiento de la red de distribución y la facturación del consumo por cada uno de los propietarios de los medidores instalados, tareas que requieren de personal capacitado para su ejecución (Milton & Balda, 2019).

7.2.2.1. Medidores de agua. Se realiza la instalación de medidores de agua en cada uno los hogares para registrar el consumo de agua en el medidor, el medidor de agua se convierte en una herramienta eficaz de para racionalizar el consumo, la medición en cada usuario se la realiza con fines de facturación y permite saber la cantidad de agua producida y suministrada a la red de distribución, los medidores son de tipo volumétrico y de velocidad en su mayoría de media pulgada de diámetro (Silva et al., 2012).

7.2.2.2. Personal de trabajo para el monitoreo. La empresa proveedora de agua potable se encarga de contratar personal para el monitoreo, recolección y registro numérico de datos del consumo de agua de cada uno de los medidores instalados para en su futuro pasar factura de ellos, también se encarga de revisar que los medidores estén en buen estado para realizar su trabajo, ya que en ocasiones pueden ser mal manipulados por los usuarios (Espinel Alava, 2019).

7.2.3. Redes Emergentes 0G

7.2.3.1. Operador Sigfox. Sigfox es un operador de red global y creador de la red 0G fundado en 2009 que implementa redes inalámbricas para conectar dispositivos de bajo consumo como pueden ser medidores eléctricos, centrales de alarmas o relojes inteligentes, que necesitan estar continuamente encendidos y enviando pequeñas cantidades de datos (Pardal Garcés, 2017).

7.2.3.2. Arquitectura de Sigfox. Sigfox utiliza una infraestructura de estaciones base, con sus correspondientes antenas y demás elementos, que son propias de esta red. Los objetos se comunican con las estaciones base, que escuchan permanentemente el espectro, e interpretan las señales que reciben, para enviarlas luego a los sistemas de soporte de Sigfox. Una diferencia importante con las redes de telefonía celular es que los objetos no están sujetos a una estación base específica, sino que un mismo paquete de datos es enviado tres veces (diversidad en tiempo y frecuencia). La comunicación es bidireccional, aunque normalmente son los objetos los que envían información a la red (Gomez et al., 2019). En la Figura 2 se muestra la arquitectura de Sigfox.

Figura 2:

Arquitectura SigFox

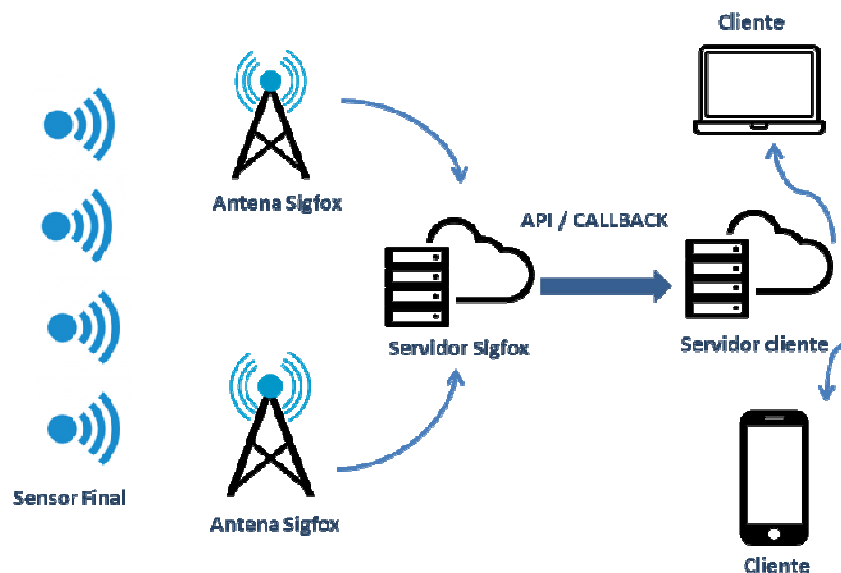


Imagen tomada de: <https://ude.edu.uy/particularidades-de-la-red-sigfox/>

7.2.3.3. Características de Sigfox. En los proyectos que involucran el IoT, la elección de la tecnología adecuada para comunicar los dispositivos entre sí es uno de los principales retos. Existen infinidad de redes que pueden soportar las exigencias del IoT en cuestión de volumen de datos y consumo energético, pero las que ofrecen mayores prestaciones son aquellas cuya creación responde a satisfacer los requisitos específicos del IoT y Sigfox es una de ellas (Gomez et al., 2019).

7.2.3.4. Ventajas. A nivel tecnológico Sigfox utiliza la banda UNB (Ultra Narrow Band) que está diseñada para funcionar a bajas velocidades con una transferencia de datos de 10 a 1.000 bits por segundo. Además, esta tecnología se basa en una transmisión de canal de espectro muy estrecho < 1KHz, lo que le permite lograr un gran alcance inalámbrico de hasta 20 km en campo abierto y de 1,5 km en zonas urbanas. Por tanto, el uso de la UNB es fundamental para proveer una red evolutiva, de alta capacidad y con un consumo energético muy reducido (Pérez Hernández, 2015).

Coste muy bajo: Tarifas de suscripción baratas, tecnología fácil de integrar y protocolo de acceso gratuito.

Regiones: Actualmente, 60 países están cubiertos con la red.

Población: 803 millones de personas están cubiertas por la red alrededor del mundo

Bajo consumo: Comunicaciones optimizadas que reducen significativamente el consumo de los dispositivos conectados.

Dispositivos conectados: Sigfox ya ha dado conexión a su red a más de 10 millones de dispositivos.

7.2.3.5. Desventajas. No está desplegado en todas partes, por lo que no funcionará en un gran número de casos de uso en la actualidad. La comunicación se dirige mejor desde el punto final a la estación base. Tiene funcionalidad bidireccional, pero su capacidad desde la estación base hasta el punto final es limitada, y usted tendrá menos presupuesto de enlace bajando que subiendo. La movilidad es difícil con los dispositivos Sigfox (Pérez Hernández, 2015).

7.2.3.6. Lora. Lora es una tecnología de modulación no celular para Lora WAN. Esos dos términos -Lora y Lora WAN- no son intercambiables: Lora WAN es el protocolo estándar para las comunicaciones WAN y Lora se utiliza como tecnología de red de área extendida. Lora representa una buena red radioeléctrica para las soluciones de IoT y tiene mejores presupuestos de enlace que otras tecnologías de radiocomunicaciones comparables. Pero fuera de unos pocos mercados en Europa, si desea conectarse a las redes Lora WAN -o utilizar Lora en absoluto- necesita desplegar su propio Gateway de red (Buestán Vera, 2019).

7.2.4. Internet de las cosas

7.2.4.1. Tecnología 4.0. La tecnología 4.0 se define como la forma de organizar y manejar procesos de producción o automatización industrial en diferentes campos productivos, a la vez utiliza datos generados por el ciclo de producción. El proceso de producción se basa en toda la infraestructura informática e interconectarla con sus sistemas cibernéticos de producción, logística, gestión y supervisión para que cada uno acceda a los datos que generan los otros (Basco et al., 2018).

7.2.4.2. Big Data. Big data se refiere al conjunto de datos cuyo tamaño o volumen es demasiado grande, tan grandes que no son medibles con el software tradicional de base de datos para calcular almacenar gestionar y analizar que conocemos, dichos datos provienen de fuentes heterogéneas en conjunto que las caracteriza por su volumen , velocidad y variedad (tipos de fuentes de datos no estructurados tales como la interacción social, video, audio, cualquier cosa que se pueda almacenar en una base de datos) (Mayer-Schönberger & Cukier, 2013).

7.2.4.3. Iot. La Iot se refiere a la interconexión digital de objetos al internet. Es la conexión de internet con objetos integrados con sensores software y otras tecnologías para intercambiar información entre ellos a través del internet. Estos objetos son diversos tales como un equipo doméstico o herramientas industriales sofisticadas. En los últimos años se ha convertido en una de las tecnologías más importantes (Gabriel, 2018).

7.2.4.4. Arquitectura Iot. Uno de los primeros estilos arquitectónicos al necesitar interoperabilidad, es el Enterprise Service Bus (ESB). Pensado para poder realizar conexiones desde y hasta diversos componentes. El ESB permite a las empresas ser más ágiles en la entrega de nuevos productos y servicios digitales, tanto internamente como a través de ecosistemas digitales. Esta agilidad está respaldada por la capacidad del ESB de integrar sin problemas aplicaciones, servicios, datos y procesos en los sistemas en las instalaciones, la nube, los dispositivos móviles y el IoT (Gabriel, 2018). En la Figura 3 se muestra la arquitectura IoT.

Figura 3:*Arquitectura Iot*

Imagen tomada de: <https://programarfacil.com/wp-content/uploads/2016/10/iot-arquitectura-general.png>

7.2.4.5. Aplicaciones Iot. El núcleo arquitectónico de la Iot está dando una visión extremadamente amplia a las aplicaciones y conectividad de la misma para la salida de un paradigma de internetworking en cualquier momento. El futuro de las aplicaciones se basa en este nuevo avance para formar una entidad dinámica produciendo nuevos medios de interacción con estos servicios, otros usuarios y el medio ambiente (Gabriel, 2018).

7.2.4.6. Procesamiento de datos. El manejo y control de dispositivos debe ser útil de tal manera que permita la utilización eficiente de la información recolectada, siendo precisas, para ello la ayuda de las aplicaciones, procesos y servicios a integrarse en el dominio Iot. MQTT es un protocolo de mensajería basado en la publicación y suscripción estándar ISO, la cual funciona sobre el protocolo TCP/IP. Los dispositivos de tipo pasarela pueden enrutar los datos a los servidores de la nube agregar/almacenar datos para hacer frente a las latencias de la red (Gabriel, 2018).

7.2.4.7. Puntos de acceso. Los sistemas de comunicación inalámbrica son esenciales ofreciendo ventajas frente a los sistemas tradicionales de comunicación cableada, entre ellas esta no depender de un cable, ya que la transmisión y recepción es mediante espacio-aire. El acceso a internet es otro de los beneficios de esta tecnología que permite a los dispositivos móviles como celulares, laptops, tables, módulos inalámbricos y un sin número de dispositivos conectarse a la red (Milton & Balda, 2019).

7.2.4.8. Cosas, objetos y dispositivos. Iot abarca la conexión/comunicación de un sin número de cosas que se pueden conectar al internet para poder compartir datos con otras cosas, entre ellas están dispositivos conectados, maquinas industriales, etc. Estos dispositivos pueden utilizar sensores integrados para reunir datos, enviarlos, almacenarlos, procesarlos y hasta tomar decisiones, los dispositivos pueden mejorar nuestra forma de vivir y trabajar como es en el caso del campo de la domótica que de cierta manera hasta nos puede ayudar a resolver problemas (Milton & Balda, 2019).

7.2.5. Plataformas Iot

7.2.5.1. Samsung artik Cloud. La familia de módulos ARTIK abarca una amplia gama de capacidades. El ARTIK 1020 es un ordenador de ocho núcleos con capacidad de procesamiento de medios, enormemente potente, con muchas capacidades integradas y muchas posibilidades de interfaz debido a la gama de procesadores de E / S integrados con la CPU. Para necesidades computacionales menos desafiantes, ARTIK 520 tiene capacidades de reproducción de procesamiento de medios, pero también tiene un generoso complemento de entradas y salidas. Muchas funciones están diseñadas e implementadas de manera similar en cada uno de los módulos ARTIK (Wootton, 2016). En la Figura 4 se muestra la arquitectura de comunicación de Samsung artik cloud.

Figura 4:

Samsung artik cloud



Imagen tomada de:

<https://camo.githubusercontent.com/f654475b44b4199c4e934093ab62ee82c6952a6a6e7c485fb9c09eb3b8505193/68747470733a2f2f696d672e796f75747562652e636f6d2f76692f62614e4f5f384c352d52592f302e6a7067>

7.2.5.2. aREST Framework. Es una solución completa para crear aplicaciones con servicios RESTful. Soporta comunicaciones Wifi, Ethernet, Bluetooth y Serial. Incluye librerías para Arduino y también del lado del servidor, para controlar las comunicaciones. está centrado en dar soporte a placas como Arduino, ESP8266 y Raspberry Pi es de código abierto y de uso gratuito. La gran ventaja es que es una plataforma muy sencilla de utilizar. Dentro del propio entorno oficial de Arduino, podemos descargar la librería de su repositorio y empezar a trabajar (Khan et al., 2004). En la Figura 5 se muestra aREST Framework.

Figura 5:

aREST Framework

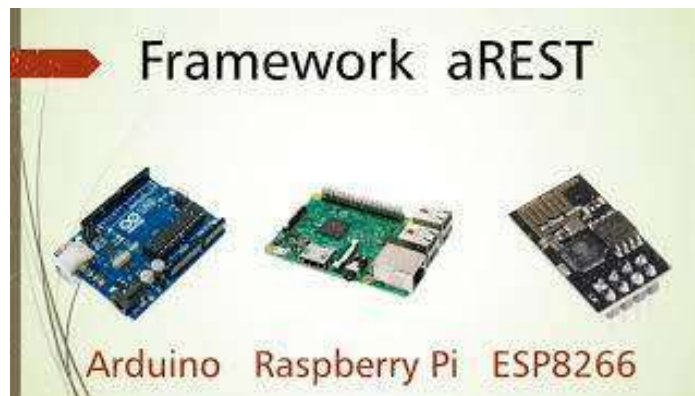


Imagen tomada de: <https://arest.io/>

7.2.5.3. Thinger.io. Esta plataforma es independiente del hardware, por lo que es posible conectar cualquier dispositivo con conectividad a Internet, desde dispositivos Arduino, Raspberry Pi, dispositivos Sigfox, soluciones Lora sobre pasarelas o dispositivos ARM, por mencionar algunos. La plataforma proporciona algunas funciones listas para usar, como el registro de dispositivos; comunicación bidireccional en tiempo real, tanto para detección como para actuación; almacenamiento de datos y configuración, por lo que es posible almacenar datos de series de tiempo; gestión de identidad y acceso (IAM).(Luis Bustamante et al., 2019). En la Figura 6 se muestra la arquitectura de comunicación de Thinger IoT.

Figura 6:

Thinger.io



Figura tomada de: <https://thinger.io/thinger-io-mqtt-broker/>

7.2.5.4. ThingSpeak. Sensor de medición de potencia y corriente con transferencia de datos en tiempo real a la página ThingSpeak, está pensado en el mejoramiento de los controles de corriente, basado en el sistema de detección y control de corriente que circula por la línea que se está midiendo en ambientes industriales o comerciales. Para la ejecución de este proyecto se aplicará la fundamentación teórica y práctica de programación, incluido además todas las ventajas que ofrece el software libre Arduino siendo una tarjeta que ofrece múltiples aplicaciones en el programa de sistema de control (Moreno et al., 2018). En la Figura 7 se muestra ThingSpeak y sus funciones.

Figura 7:

ThingSpeak



Imagen tomada de: <https://www.ip-sens.com/thingspeak.html>

7.2.6. *Sistemas inteligentes*

7.2.6.1. Medidores inteligentes. Hoy por hoy existe una amplia gama de medidores de energía, siendo los denominados “medidores inteligentes” los que han tomado la vanguardia por constituirse como un tema de actualidad e importancia, pues cuentan con múltiples funciones que permiten poner fin a las lecturas manuales y periódicas para procesos de facturación y a las facturas estimadas. Además de ello, existen “medidores inteligentes” que cuentan con la opción de administración del uso de agua, en donde el usuario puede ver cuánta agua está usando y cuánto le está costando y así mismo, tiene la plena libertad de decidir en qué momento consume dependiendo de las tarifas de agua de acuerdo a la hora, e incluso podrá ver el agua disponible si se tratase de un medidor de agua prepago (VÉLEZ, 2013). En la Figura 8 se muestra un medidor inteligente de agua.

Figura 8:

Medidor inteligente de agua



Imagen tomada de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/single-jet-electronic-water-meter-pulsar-dn15-62559588596.html>

7.2.6.2. Esp8266. El ESP8266 es un chip de bajo costo Wi-Fi con un stack TCP/IP completo y un microcontrolador, fabricado por Espressif, una empresa afincada en Shanghái, China. El primer chip se hace conocido en los mercados alrededor de agosto de 2014 con el módulo ESP-01, desarrollado por la empresa AI-Thinker. Se trata de un SoC o Sistema en Chip. Básicamente consiste en un chip que tiene todo integrado (o casi todo) para que pueda funcionar de forma autónoma como si fuera un ordenador. En el caso del ESP8266 lo único que no tiene es una memoria para almacenar los programas (Reddy et al., 2021). En la Figura 9 se muestra la Esp8266.

Figura 9:

Esp8266



Imagen tomada de: <https://components101.com/development-boards/nodemcu-esp8266-pinout-features-and-datasheet>

7.2.6.3. Ufox. Es una tarjeta electrónica que combina la conectividad global de Sigfox con la plataforma de Arduino para aplicaciones de bajo consumo de energía. Desarrollar sensores/actuadores Iot de forma rápida es posible gracias a su librería que incorpora herramientas exclusivas para su fácil manejo. La mayor productividad y menos robustez es lo que caracteriza a Ufox, puede ser empleado para educación como para aplicaciones industriales ya que gracias a ella se puede levantar una solución de hardware completa (TECA, 2020).

7.2.6.4. Características Ufox. Características de funcionalidad: (TECA, 2020)

- Microcontrolador Atmega32U4 USB y Modem Wisol WSSFM10R4 RC4.
- Programable con Arduino IDE (compatible con pines de Arduino Leonardo, ProMicro, Micro, y otras placas Arduino basadas en el micro atmega32U4).
- Incluye una antena interna helicoidal de 3 Dbi y opcionalmente un conector UFL para antenas externas. (se recomienda previamente desoldar la antena helicoidal para su uso).
- Alimentación desde fuente USB 5V con voltaje de operación interno de 3.3V.
- Ideal para desarrollar prototipos y aplicaciones de forma rápida y sencilla, incluye un microcontrolador Atmega32U4 compatible con Arduino.
- Cuenta con un regulador de voltaje de 3.3V AMS1117 suministra hasta 1 amperio de corriente.

- Diseño compacto, seguro y de bajo consumo
- Comunicación serial por Hardware (Serial1 Arduino) dedicado exclusivamente para comunicación con modem Wisol.
- Reset de modulo Wisol Conectado al Pin "12" Arduino.
- Botón de propósito general programable en el pin "13" Arduino
- Pines Digitales, Analógicos, PWM, comunicación SPI, I2C, interrupción externa, Serial.

En la Figura 10 se muestra la arquitectura de comunicación de Ufox.

Figura 10:

Ufox



Imagen tomada de: <http://kalogeratos.com/psite/material/the-sigfox-iot-dataset/sigfox/>

7.2.7. *Medición de trabajo red 0G*

7.2.7.1. Sensores. Un sensor es un dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia. Estos aparatos pueden transformar las magnitudes físicas o químicas en magnitudes eléctricas. Por ejemplo: existen sensores que se instalan en los vehículos y que detectan cuando la velocidad de desplazamiento supera la permitida; en esos casos, emiten un sonido que alerta al conductor y a los pasajeros.(Torres Górriz, 2012).

7.2.7.2. Sensor de temperatura y humedad. El DHT11 es un sensor digital de temperatura y humedad relativa de bajo costo y fácil uso. Integra un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circundante, y muestra los datos mediante una señal digital en el pin de datos (no posee salida analógica). Utilizado en aplicaciones académicas relacionadas al control automático de temperatura, aire acondicionado, monitoreo ambiental en agricultura y más (Iraceburu González, 2014). En la Figura 11 se muestra el sensor DHT11.

Figura 11:

Sensor DHT11



Imagen tomada de: <https://opencircuit.shop/Product/DHT11-Humidity-and-temperature-sensor-module>

Utilizar el sensor DHT11 con las plataformas Arduino/Raspberry Pi/Nodemcu es muy sencillo tanto a nivel de software como hardware. A nivel de software se dispone de librerías para Arduino con soporte para el protocolo "Single bus". En cuanto al hardware, solo es necesario conectar el pin VCC de alimentación a 3-5V, el pin GND a Tierra (0V) y el pin de datos a un pin digital en nuestro Arduino. Si se desea conectar varios sensores DHT11 a un mismo Arduino, cada sensor debe tener su propio pin de datos. Quizá la única desventaja del sensor es que sólo se puede obtener nuevos datos cada 2 segundos (Iraceburu González, 2014).

7.2.8. *Recolección de datos*

Las redes inalámbricas de sensores inteligentes (RISI) son una herramienta muy promisoría para tareas de supervisión de ambientes, tanto exteriores como interiores. Permiten abarcar áreas extensas, simplifican la instalación de los dispositivos al eliminar el cableado, y pueden alimentarse con baterías funcionando en forma autónoma en locaciones alejadas o de difícil acceso. Estas redes adquieren datos en forma dinámica, durante períodos prolongados, lo que permite disponer de información antes impensable para realizar estudios, hacer seguimiento de situaciones o construir modelos, contribuyendo a mejorar distintas actividades ligadas al desarrollo de la vida humana (Corti et al., 2010).

8. Diseño metodológico.

8.1. Métodos de investigación.

8.1.1. Método hermenéutico.

El término hermenéutico proviene del latín que significa interpretar, mediante este método se puede revelar el significado de las cosas que se encuentran en el pensamiento de la persona, e interpretarlas a través del dialogo, así mismo se la utiliza al intentar comprender a otro personaje no solo a través del dialogo, sino en mensajes detrás del mismo que no se nombraron. Estos significados también se descubren mediante los textos escritos, las actitudes, acciones y expresiones de la o las personas (Miguélez, 2002)

8.1.2. Método fenomenológico.

Con este método el investigador requiere asumir el conocimiento de las bases y fundamentos que dan coherencia a las acciones que el realizara para la ejecución de su investigación. También considerada como “Sistema de la razón que se despliega”, aquí se analizan los principios posibilitadores de este método, los momentos lógicos que vistos desde esta perspectiva atraviesa la actividad investigativa y los tipos de reducciones inherentes a dichos momentos (Sala, 2005).

8.1.3. Método practico proyectual.

El método practico proyectual no es más que una serie de operaciones que deben ser realizadas previo al proyecto, con un orden lógico dictado por la experiencia, su finalidad es conseguir resultados con poco esfuerzo y tiempo. En vuestro proyecto no es correcto proyectar sin método. La serie de operaciones del método proyectual se conlleva con valores objetivos que se convierten en instrumentos operativos (Muñoz et al., 2021).

El método hermenéutico nos ayuda a comprender la información de nuestro centro de búsqueda como lo es los sitios web, que en casos anteriores o diferentes pudieron ser de libros, revistas, etc. El comprender y filtrar información es de gran importancia para tener criterios y técnicas propias de desarrollo de nuestro proyecto, como nuestro caso el sistema de monitoreo de agua y herramientas que nos ayuda a llevarla.

Utilizando el método fenomenológico podemos ver el sistema actual, de cómo se lleva a cabo el trabajo de servicio y monitoreo de consumo de agua potable en la ciudad de Loja, sus inconvenientes y además una visión al futuro de estos procesos con la ayuda de la tecnología.

Mediante el método práctico proyectual podemos realizar prácticas previas con el prototipo ya armado, pero antes de ser instalado oficialmente, es ahí cuando podemos recién experimentar el monitoreo del paso de agua a través nuestro sistema, constatando el envío de datos desde el prototipo.

8.2. Técnicas de investigación

8.2.1. Investigación documental

Se define como una serie de métodos y técnicas de búsqueda, procesamiento y almacenamiento de la información extraída de documentos de una base extensa y confiable, para luego representarla de forma sistemática, coherente y lo suficientemente argumentada para una nueva información en un documento científico. Históricamente constituyo de técnicas y métodos que los trabajadores en información descubrieron y perfeccionaron con el propósito de ofrecer calidad de información a la sociedad (Tancara, 1993).

Esta técnica es de tal importancia al momento de recopilar información de varias fuentes, como revistas, libros y sitios web, para tener conocimientos previos de ciertas herramientas necesarias que se usan para el desarrollo del proyecto.

8.2.2. Observación

Consiste en que el investigador percibe visual y directamente al objeto de investigación, permite conocer directamente el comportamiento de los objetos y fenómenos. La observación puede utilizarse en distintos momentos de una investigación más amplia, en la etapa inicial para la detección de un problema, en el proceso puede convertirse en el procedimiento propio de la técnica para la comparación de hipótesis, y al final de la investigación puede llegar a predecir tendencias y desarrollo de fenómenos. La observación se orienta paralelamente a objetivos o fin determinado, es capaz de seleccionar aquellos aspectos que son susceptibles para la demostración de la hipótesis (Fabbri, 1998).

Se usa esta técnica para visualizar el campo de investigación en torno a la problemática planteada, con ello, recolectar datos, analizar la situación y mejorar las directrices del proyecto del sistema de monitoreo.

8.2.3. Prueba y error

Esta técnica es un proceso continuo el cual va mejorando con su experimentación repetitiva, conocer la realidad puede ayudar a descartar expectativas inalcanzables, en todo el proceso de experimentación en donde se pueda cometer un error es de mucha importancia, en si la toma de datos es el elemento clave de esta técnica (Pardinas, 1989).

Se utiliza esta técnica para realizar pruebas de nuestro anteproyecto como los esquemas electrónicos, de programación, su interconexión, etc. Ya que se debe tener buenos resultados en estas pruebas antes de dar por culminado el proyecto.

9. Propuesta de acción

La propuesta que se presenta es para un sistema de control y monitoreo de consumo de agua a través de la red 0G, haciendo uso de herramientas tanto de hardware como de software, como la placa de desarrollo y sensores, así mismo se usa el software para la emisión y recepción de los datos recogidos por el dispositivo.

9.1. Herramientas y materiales a usar.

A continuación, se detalla de manera específica los materiales, herramientas a usar para la implementación del proyecto.

9.1.1. Software.

9.1.1.1. Arduino

Arduino es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso.

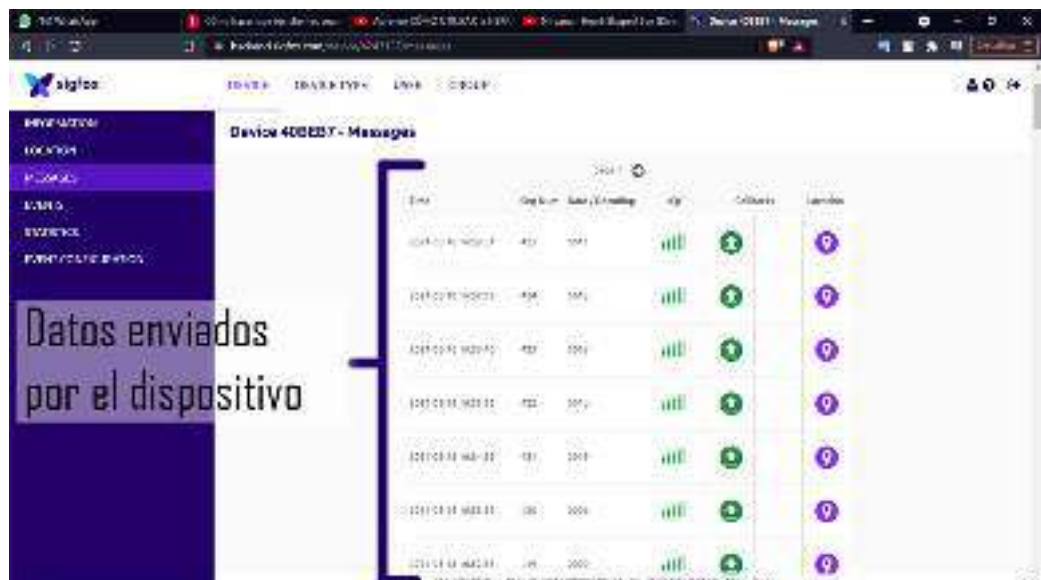
Esta plataforma se usa para programar y realizar pruebas del prototipo previas al lanzamiento del mismo, estas se realizan con el fin de armar un código de mayor eficacia, repitiendo prácticas de prueba y error, margen de error, etc. Al ser una plataforma ya familiarizada se nos facilita un poco la escritura del código, cabe mencionar que previamente se requiere instalar una librería de Ufox, para su correcta comunicación con la placa.

9.1.1.2. Backend Sigfox. El backend de Sigfox es la plataforma, lugar de llegada y almacenamiento de los mensajes enviados por la tarjeta Ufox, esos mensajes viajan a través de la red 0G de Sigfox y pueden ocupar hasta un máximo espacio de 92 bits. Además de la red de Sigfox, tenemos los dos extremos de la comunicación: los dispositivos, emisores de mensajes, que están conectados a la red, y el punto final o backend de la comunicación, que recibe esos mensajes y los procesa para generar un resultado.

Este backend es usado para recibir los datos enviados desde el dispositivo, los mismos que se reciben cada diez minutos, ese lapso de tiempo se debe a la relación con el número máximo de mensajes que se pueden recibir al día. Estos datos se pueden visualizar y almacenar para luego ser enviados hacia otras plataformas IoT, como en este caso es hacia ThingSpeak. En la Figura 12 se muestra el Backend Sigfox.

Figura 12:

Backend Sigfox



9.1.1.3. ThingSpeak. ThingSpeak es una plataforma IoT de código abierto que permite recoger y almacenar datos de sensores en la nube a través del protocolo http y desarrollar aplicaciones IoT. También ofrece aplicaciones que permiten analizar y visualizar datos en MATLAB y actuar sobre ellos. Los datos de los sensores pueden ser enviados desde Arduino, Raspberry Pi, BeagleBone Black, Ufox, etc. En la tabla 1 se muestra las características de ThingSpeak.

Tabla 1:

Características de ThingSpeak

Características	Funciona con
Recopilar datos en canales privados	Sigfox
Comparte datos con canales públicos	Arduino
Api Restful y MQTT	Red de cosas
Programación de eventos	Módulo Wifi ESP8266
Alertas	Raspberry Pi
Integraciones de aplicaciones	Lora WAN

ThingSpeak es la plataforma que se usa para la recepción, visualización y análisis de datos enviados desde el Backend de Sigfox, previo a ello se la tiene que sincronizar con el mismo para su debida comunicación a través del protocolo http, estos datos pueden ser representados de diferentes maneras o estilos en esta plataforma, los cuales podrán ser transformados o manipulados para un objetivo específico. Finalmente, los datos serán percibidos por el usuario para lograr el monitoreo del consumo.

9.1.1.4. ThingView. ThingView es una aplicación para teléfonos celulares que permite visualizar los canales de ThingSpeak de una manera fácil, basta con introducir el ID del canal y ya se podrán ver los datos. Para los canales públicos la aplicación respetará la configuración de la plataforma como; color, escala de tiempo, tipo de gráfico y el número de resultados. La versión actual es compatible con los gráficos de líneas y columnas, las tablas de spline se muestran como gráficos de líneas. Para los canales privados, los datos se mostrarán con la configuración predeterminada, ya que no hay manera de leer los ajustes de las ventanas privadas con la clave API solamente.

Esta app es usada para que los usuarios puedan visualizar los datos del consumo de agua, específicamente de su residencia de manera remota y a cualquier hora. Es un servicio extra, el cual se otorga a cada usuario con el fin de que pueda constatar los resultados por sí mismo y evitar dudas, situación que sí existe con los sistemas de monitoreo tradicional, pero ahora se la logra con mayor facilidad.

9.1.2. Hardware

9.1.2.1. Ufox. Ufox es una pequeña tarjeta electrónica que se conecta a la red 0G de Sigfox la cual está ya disponible y ampliándose en diferentes países de América, como lo es en Ecuador y una cantidad reducida de sus regiones, como lo es en la ciudad de Loja. Esta tarjeta trabaja a una frecuencia de 920 MHz lo cual la hace inmune a interferencias de su entorno, es de bajo consumo energético, se la puede programar en el software de Arduino fácilmente ya que cuenta con una librería para su uso y poder trabajar en soluciones IoT.

Esta tarjeta será usada para la lectura, transformación, almacenamiento y envío de datos. Lectura los pulsos que proporciona el sensor YF-S201, luego los transforma

a unidad de litros con una operación aritmética, almacena esos resultados y luego los envía mediante la red de Sigfox hasta el backend del mismo, en donde serán visualizados y almacenados nuevamente, esta tarjeta es el cerebro del dispositivo. Al ser de muy bajo consumo la hace perfecta para este proyecto puesto que puede durar años funcionando con una sola carga de energía. En la Figura 13 se muestra la tarjeta Ufox y en la tabla 2 se muestran las características de la tarjeta.

Figura 13:

Tarjeta Ufox



Tabla 2:*Características de Ufox*

Características técnicas	
Voltaje Mínimo Vin	3.7 Voltios
Voltaje Máximo Vin	9 Voltios
Voltaje alimentación VCC	3.3 Voltios
Corriente máxima	1A
Antena helicoidal	3 DBi
Frecuencia. Uplink	920.8 MHz
Frecuencia. Downlink	922.3 MHz

9.1.2.2. Sensor de flujo YF-S201. El sensor de flujo de 1/2" YF-S201 sirve para medir caudal en tuberías de 1/2" de diámetro. También puede ser empleado con otros líquidos de baja viscosidad, como: bebidas gasificadas, bebidas alcohólicas, combustible, etc. Es un caudalímetro electrónico de tipo turbina. Compatible con sistemas digitales como Arduino, Pic, Raspberry Pi, PLCs. El sensor posee tres cables; rojo (VCC: 5VDC), negro (tierra) y amarillo (salida de pulsos del sensor de efecto Hall). En la tabla 3 se muestran las características del sensor.

Tabla 3:*Características del sensor YF-S201*

Características técnicas	
Modelo	YF-S201
Voltaje de operación	5V-18V
Consumo de corriente	15mA (5V)
Capacidad de carga	10mA (5V)
Salida	Onda cuadrada pulsante
Rango de flujo	1/30L/min
Volumen promedio por pulso	2.25mL
Pulsos por litro	450
Factor de conversión	7.5
Rosca externa	1/2 NPS
Presión de trabajo máximo	1.75MPa (17 bar)
Temperatura de funcionamiento	-25°C a 80°C

El funcionamiento del sensor es de la siguiente forma; el caudal de agua ingresa al sensor y hace girar una turbina, la turbina está unida a un imán que activa un sensor de efecto Hall, que a su vez emite un pulso eléctrico que puede ser leído por la entrada digital de un Arduino o PLC, en este caso por la placa Ufox. El sensor de efecto Hall está aislado del agua, de manera que siempre se mantiene seco y seguro. Como el volumen de agua por cada pulso es fijo y de un valor conocido (promedio) podemos contar la cantidad de pulsos por unidad de tiempo (segundo o minuto), luego multiplicar el valor de volumen/pulso por la cantidad de pulsos y así determinar el caudal o flujo de agua.

El sensor de flujo es el componente que es instalado en línea con la tubería en la que trabaja el dispositivo, medidor de agua para detectar el fluido de agua. Cuando hay paso o consumo de agua, este sensor envía pulsos a la placa Ufox acorde a la presión y cantidad de líquido que pasa a través de él, luego con esos datos se puede determinar el consumo de agua, con la codificación en la placa Ufox. En la Figura 14 se muestra el sensor de flujo.

Figura 14:

Sensor YF-S201



9.1.2.3. Fuente de alimentación 5V. La batería de iones de litio, también denominada batería Li-Ion, es un dispositivo con dos o tres celdas de energía diseñado para el almacenamiento de energía eléctrica que emplea como electrolito una sal de litio que consigue los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo. Las propiedades de las baterías de Li-ion, como la ligereza de sus componentes, su elevada capacidad energética y resistencia a la descarga, junto con el poco efecto memoria que sufren o su capacidad para funcionar con un elevado número de ciclos de regeneración, han permitido diseñar acumuladores ligeros, de pequeño tamaño y variadas formas, con un alto rendimiento, especialmente adaptados a las aplicaciones de la industria electrónica de gran consumo.

La batería de litio se usa para alimentar el dispositivo completo tanto como la placa y el sensor. Se usa este tipo de batería debido a sus características de funcionalidad y durabilidad, es la más adecuada para este proyecto ya que será de funcionamiento diario y con necesidad de alimentación a largo plazo, esta batería no

será necesaria recargarla durante mucho tiempo, algo que coopera con este hecho es el bajo consumo de los componentes incrustados. En la Figura 15 se muestra la batería.

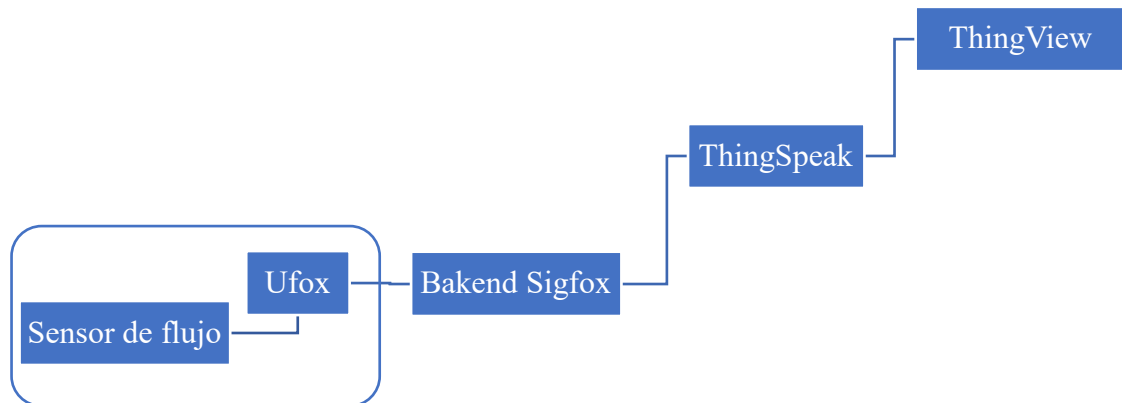
Figura 15:

Batería de litio



9.2. Desarrollo de la propuesta.

El medidor desarrollado es ubicado en la tubería que conduce el agua, el dispositivo detecta y registra la cantidad de agua que se ha consumido y luego lo envía a través del Internet a la plataforma IoT ThingSpeak, para que el usuario pueda visualizarlo de forma fácil y clara, en resultados de; metros cúbicos y el saldo acumulado a pagar por el usuario consumidor. Estos mismos datos pueden ser visualizados en un Smartphone con la aplicación ThingView que puede ser descargada desde la Play Store o App Store. A continuación, se detalla el proceso que se llevó a cabo para el desarrollo del proyecto. En la Figura 16 se muestra el diagrama de comunicación y funcionamiento del proyecto.



9.2.1. Registro de la tarjeta Ufox

En esta fase registramos la tarjeta siguiendo los siguientes pasos:

Paso 1.- Desde el software de Arduino cargamos en la tarjeta el código de ejemplo denominado “ID_PAC”, para obtener su ID y el PAC correspondiente, abrimos el puerto serie, en el obtenemos esos datos y los guardamos. En la Figura 17 se muestra la programación y obtención de datos.

Figura 17:

Obtención del ID y el PAC



Paso 2.- Nos dirigimos al sitio web “buy.sigfox.com/actíivate” y entramos en “Activate my DevKit>”, posteriormente seleccionamos nuestro país y aceptamos, luego ingresamos el ID y el PAC de nuestra tarjeta, seleccionamos que es un prototipo, opcionalmente dejamos una descripción y aceptamos, en la siguiente interfaz

ingresamos datos obligatorios como información personal e información de la empresa y damos clic en Activa tu Kit. En la Figura 18 se muestra parte del registro de la tarjeta.

Figura 18:

Registro de la tarjeta



The screenshot shows a web browser window with a registration form. The form is divided into two main sections: 'Tu información' (Your information) and 'Información de la empresa' (Company information). Under 'Tu información', there are fields for 'Nombre' (Name) and 'Apellido' (Last name). Under 'Información de la empresa', there are fields for 'Nombre de la empresa' (Company name), 'Dirección' (Address), 'Código postal' (Postal code), 'País' (Country), 'Teléfono' (Phone), and 'Correo electrónico' (Email). A yellow circle highlights a button labeled 'Activa tu Kit' (Activate your kit) located between the two sections.

Paso 3.- Verificamos el registro de la tarjeta dirigiéndonos al correo electrónico que ingresamos al registrar la tarjeta y abrimos el correo enviado por Sigfox, ahí entramos en “ESTABLESCA SU CONTRASEÑA DE IDENTIFICACION DE SIGFOX” y en el siguiente apartado ingresamos nuestra contraseña. En la figura 19 se muestra la verificación del registro.

Figura 19:

Verificación del registro

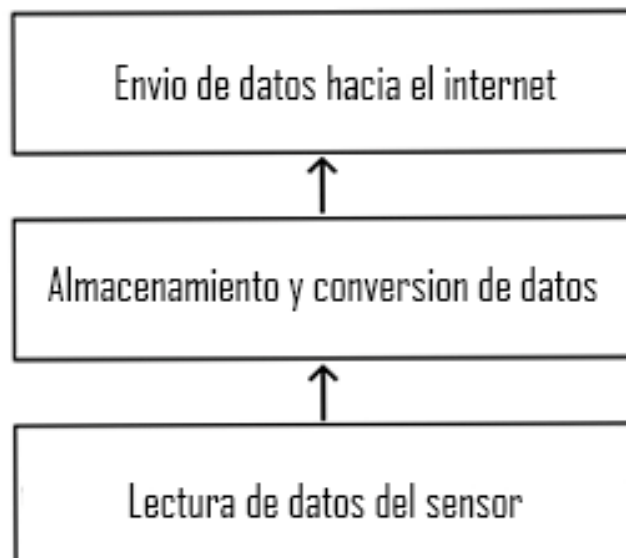


9.2.2. Programación de la tarjeta Ufox

La programación de esta tarjeta se la realiza en el software de Arduino, primeramente, se descarga e incluye la librería para la tarjeta ya que sin esta no sería posible su funcionamiento, definimos sus variables respectivas como el pin dos que es el que sera conectado con el sensor para su comunicación. La lectura en la programación se realiza de manera constante y se transforma de pulsos a números enteros a través de las interrupciones que se realizan en el pin dos de la tarjeta Ufox, se arma el Buff o datos recolectados y se los envía al backend cada diez minutos. Finalmente se carga el programa en la tarjeta con un cable micro usb mediante el puerto COM de la Laptop. En la Figura 20 se muestra la arquitectura del código en Arduino. En el anexo 13.6 se presenta el código.

Figura 20:

Arquitectura de funcionamiento del programa de Arduino



9.2.3. Diagrama de conexión y comunicación Ufox

Una vez cargado el código a la tarjeta Ufox estará lista para trabajar, la tarjeta envía los datos leídos hacia el backend de Sigfox a una frecuencia de 920MHz en modo uplink a través de la red 0G. En la Figura 21 se muestra la arquitectura de comunicación Sigfox.

Figura 21:

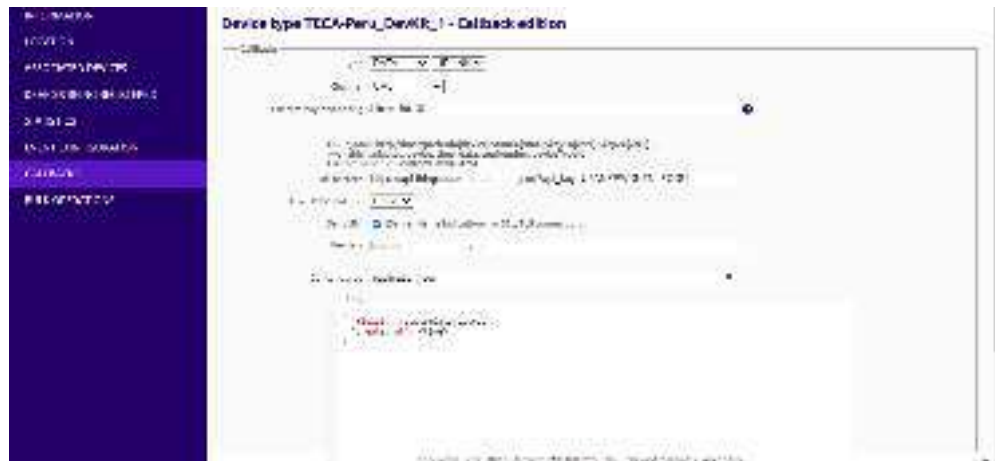
Comunicación Sigfox



9.2.4.2. Sincronización de Backend Sigfox-ThingSpeak. Para sincronizar estas dos plataformas realizamos una Callback en el Backend, seleccionamos en donde ingresamos datos de la plataforma ThingSpeak el tipo “DATA” y “UPLINK”, el canal “URL”, el método “POST” y contenido en tipo Json. Nos dirigimos a ThingSpeak, una vez abierto el canal creado, nos vamos a la documentación para escribir una data, copiamos la URL, la clave API del canal y su código del ejemplo Json, luego estos los pegamos en los apartados respectivos del Callback en el Backend, modificando el código para el almacenamiento de datos en los campos de nuestro canal de ThingSpeak como lo es el canal de “Litros consumidos”, aceptamos y estará listo para visualizar los datos en ThingSpeak. En la Figura 23 se muestra la configuración del Callback para la sincronización.

Figura 23:

Configuración de parámetros del Backend de SigFox.



Se sincronizan estas dos plataformas recogiendo datos de las mismas para su debida comunicación como el código Json de ThingSpeak para armar los parámetros de datos en el backend. Una vez que llegan los datos al backend de Sigfox estos son enviados a la plataforma ThingSpeak a través del protocolo de comunicación HTTP, inmediatamente los datos son recogidos, almacenados y representados de diferentes maneras con el objetivo de monitorear en tiempo real. Finalmente se descarga la app ThingSpeak en un Smartphone e ingresamos el ID y la clave API del canal a visualizar. En la Figura 24 se muestra la arquitectura de comunicación Backend-ThingSpeak.

Figura 24:

Comunicación Backend SigFox-ThingSpeak



9.2.5. Visualización de datos en ThingView

Es un proceso rápido y fácil. En nuestro Smartphone descargamos esta aplicación desde la Play Store o App Store, al abrirla nos dirigimos a Agregar un canal, allí ingresamos el ID y la clave API de nuestro canal de ThingSpeak aceptamos y ya podremos ver los datos en esta aplicación.

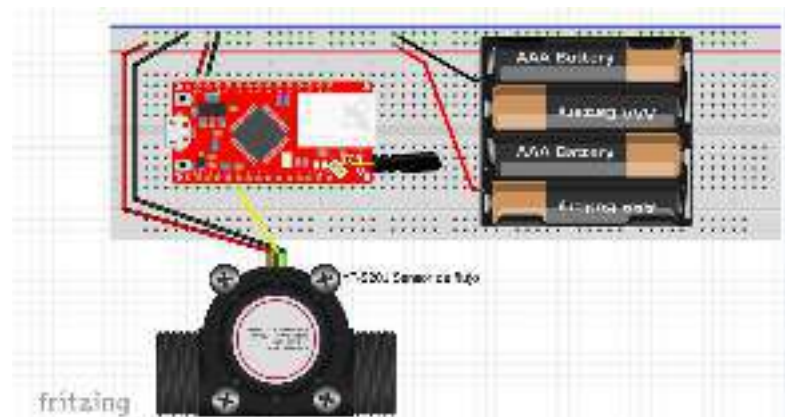
9.2.6. Diagrama eléctrico-Fritzing

Para el correcto funcionamiento y alimentación del sistema los componentes son conectados a una batería de 5V, y se realiza la siguiente conexión; el sensor se alimenta de la batería, siendo el cable rojo a 5V y el negro a negativo, el cable del medio de color amarillo se lo conecta al pin 2 de la tarjeta Ufox para el envío y lectura

de los pulsos, de similar manera se conecta la tarjeta Ufox a la alimentación desde sus pines, siendo el Vin a 5V y G a negativo de la batería. En la Figura 25 se muestra la conexión.

Figura 25:

Conexión electrónica



9.2.7. *Estuche para el ensamblaje del prototipo*

Es una envoltura o funda rígida destinada a guardar o proteger un objeto determinado o un conjunto de objetos. Para este proyecto el estuche es elaborado en una impresora 3D a base de plástico, esta máquina puede elaborar una diversidad de diseños y colores para el prototipo de forma rápida y con buenos acabados y se lo puede adquirir a un precio muy accesible. Este es liviano de estructura rígida, resistente e impermeable, por ende, la elección de su material.

Los componentes electrónicos son ubicados dentro del estuche, este es usado esencialmente para guardar/proteger los componentes de factores meteorológicos como la humedad y el polvo, a la vez de manipulaciones externas indebidas voluntarias o involuntarias que pueden dañar el funcionamiento del dispositivo o averiarlo por completo, también ayuda a una organización más compacta de los

componentes electrónicos y tubería externa que será conectada. De complementación se tendrá una mejor estética para la presentación del prototipo.

9.2.8. Pruebas de funcionamiento.

En este proceso se instala el sensor en línea con la tubería que conduce el agua, específicamente en la tubería principal de un domicilio. Para realizar estas pruebas, al sensor se lo alimenta con una fuente externa de 5V y se conecta su pin de señal al pin dos de la tarjeta Ufox, la tarjeta es alimentada a través del cable micro USB que es conectado al puerto COM de la laptop, una vez conectados estos dos componentes y ya cargado el programa a la tarjeta, abrimos el puerto serie del Software Arduino para visualizar los resultados de estas pruebas. Empezamos dejando fluir el agua a través del sensor de flujo a una presión del 25%, y recojiéndola en recipiente en donde se dejaba llenar hasta el volumen de 1Litro respecto a la señalización del recipiente, consiguientemente se logró constatar una buena lectura de pulsos enviados por el sensor ya que se visualizó la cantidad de 1.2Litros en el puerto serie, datos digitales que no coincidía con los datos obtenidos en el mundo físico, por lo cual se hizo más pruebas de funcionamiento a diferentes presiones de agua en donde se constató que la presión del agua influye en los resultados de Litros consumidos, concluyendo que a una presión alta del agua, el resultado digital será menor al resultado real con un margen de error de 5%, una vez obtenidos estos datos se realizaron nuevamente pruebas repetitivas a una presión del agua de un 75% en donde ya se podía obtener resultados más aproximados en el puerto serie, a partir de este cambio se seguían obteniendo resultados que no coincidían, por lo cual se tuvo que modificar el código, cambiando el numero/factor de conversión con el cual se realiza la operación aritmética para convertir de numero de pulsos a litros consumidos, este factor fue

cambiado de 226 a 224. A partir de este cambio ya se logra obtener resultados más precisos y confiables.

9.2.9. Resultados obtenidos

Durante el proceso se obtienen datos variados y estos se deben a la presión del agua con la que se está midiendo el consumo, por ello hay un margen de error del 2% dependiendo a ese factor físico, para lo cual se ha realizado varias pruebas con una presión media alta del 75%, ya que es la más usada en el día a día, para obtener un valor promedio, puesto que este factor es el que causa la variación de los resultados. Posterior a ello se obtienen resultados válidos para ser analizados. En la tabla 4 se muestra estadísticas de los resultados obtenidos.

Tabla 4:

Resultados obtenidos

Pruebas de funcionamiento		
Presión	Resultado real	Resultado digital
Media alta del 75%	1 litro	1 litro
Baja del 25%	1 litro	1.1 litros

9.2.10. Evaluación de resultados

En la evaluación de los resultados se comparan los datos del sensor visualizándolos en la laptop y también los datos en el mundo real, depositando el agua consumida en un recipiente que permite ver los litros consumidos, realizando pruebas con una presión del 25% y 75% se pudo visualizar un margen de error del 2% aproximadamente, en relación de una presión baja y alta.

10. Conclusiones

- En esta tesis se investigó sobre tecnologías que permitan monitorear y controlar el consumo de agua en el usuario final a través de una revisión de literatura.
- Se propuso un prototipo funcional para el monitoreo de consumo de agua en base a la literatura recolectada.
- Se instaló y realizó pruebas de funcionamiento mediante envío de datos desde el dispositivo medidor hacia la red para corroborar su funcionamiento.

11. Recomendaciones

- Se recomienda investigar a través de recursos físicos como bibliotecas, encuestas y entrevistas ya que es un ámbito más amplio y rico en información para abarcar más conocimientos sobre el tema. Método que no se pudo ejecutar debido a la crisis sanitaria en el país.
- Se recomienda usar sensores más sofisticados para el prototipo ya que con estos se puede obtener resultados aún más precisos de monitoreo, en este proyecto no se usó dichos sensores puesto que aumentaría demasiado el presupuesto económico para llevarlo a cabo, circunstancia que podría impedir realizar este proyecto a los estudiantes.
- Se recomienda realizar pruebas con una fuente de alimentación externa y con tierra compartida entre el sensor y la tarjeta Ufox para evitar presentación y envío de datos erróneos en las pruebas.

12. Referencias.

- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: fabricando el futuro* (Vol. 647). Inter-American Development Bank.
- Buestán Vera, J. C. (2019). *Desarrollo de una red IoT con tecnología LoRa para detección de automóviles*.
- Corti, R., D'Agostino, E., Giandomenico, E., Martínez, R., & Belmonte, J. (2010). Clustering Dinámico para Tiempo de Encendido Mínimo en Redes Inalámbricas de Sensores (CLUDITEM): Análisis de las fases de envío de datos. *XXXVI Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI 2010)*.
- Espinel Alava, F. A. (2019). *Desarrollo integral a través de un dispositivo electrónico para el control y monitoreo de agua potable para la empresa pública Portoaguas*.
- Fabbri, M. (1998). Las técnicas de investigación: la observación. *Disponible En: Humyar. Unr. Edu. Ar/Escuelas/3/Materiales% 20de% 20catedras/Trabajo% 20de% 20campo/Solefabril. Htm.(Fecha Consulta: Julio de 2013)*.
- Gabriel. (2018). *A Service of zbw Standard-Nutzungsbedingungen*. Buenos Aires: Universidad del Centro de Estudios Macroeconómicos de Argentina (UCEMA).
www.econstor.eu
- Gomez, C., Veras, J. C., Vidal, R., Casals, L., & Paradells, J. (2019). A sigfox energy consumption model. *Sensors (Switzerland)*, *19*(3), 681.
<https://doi.org/10.3390/s19030681>
- Instituto Superior Tecnológico Sudamericano. (2013, February). *Instituto Superior Tecnológico Sudamericano*.

- Iraceburu González, J. (2014). *Desarrollo e implementación de una red inalámbrica de sensores de temperatura y humedad*.
- Khan, M. A., Al Kathairi, A. S., & Grib, A. M. (2004). A GIS based traffic accident data collection, referencing and analysis framework for Abu Dhabi. *Proceeding Codatu XI In*.
- Luis Bustamante, A., Patricio, M. A., & Molina, J. M. (2019). Thinger. io: An Open Source Platform for Deploying Data Fusion Applications in IoT Environments. *Sensors, 19*(5), 1044.
- Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big data: la revolución de los datos masivos*. Turner.
- Miguélez, M. (2002). Hermenéutica y análisis del discurso como método de investigación social. *Paradigma, 23*(1), 1–13.
- Milton, I., & Balda, A. (2019). *Certificación del director del trabajo de titulación*. <http://repositorio.sangregorio.edu.ec:8080/handle/123456789/1226>
- Moreno, J. F. C., Gonzaga, C. F. T., Vinueza, R. E. S., & Segovia, M. Á. L. (2018). Sensor de medición de potencia y corriente con transferencia de datos en tiempo real a la página ThingSpeak. *Ciencias de La Ingeniería y Aplicadas, 2*(2), 97–106.
- Muñoz, J. C. L., Moncada, M. Q., & Martínez, A. E. (2021). Espacios de Aprendizaje para la Enseñanza del proceso Proyectual. *Actas de Diseño, 35*.
- Pardal Garcés, P. (2017). *Redes de Área Extensa para aplicaciones de IoT: modelado de comunicaciones Sigfox*.
- Pardinas, F. (1989). *Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales*.

Siglo XXI.

Pérez Hernández, R. (2015). Desarrollo de prototipo de sensor IoT usando la red SigFox. *Trabajo Fin de Grado En Ingeniería de Las Tecnologías de Telecomunicación (Pp. 171)*.

Reddy, G. R., Patra, D. P., Shrivastava, R., Gummadi, R., & Dcruz, N. (2021). Design of Monitoring Smart Roads with Warning Messages to Diversions according to Climate Conditions as well as Unexpected Events like Accidents or Traffic Jams. *Rajeev and Gummadi, Ramya and Dcruz, Namratha, Design of Monitoring Smart Roads with Warning Messages to Diversions According to Climate Conditions as Well as Unexpected Events like Accidents or Traffic Jams (April 23, 2021)*.

Sala, J. S. M. (2005). *La estructura del método fenomenológico*. Editorial UNED.

Silva, D. G. M., Erazo, J. G., & Cruz, A. M. O. (2012). Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 11(21)*, 23–38.

Tancara, C. (1993). La investigación documental. *Temas Sociales, 17*, 91–106.

TECA. (2020). *(No Title)*. <https://github.com/TECA-IOT/Ufox/wiki>

Torres Górriz, B. (2012). *Definición de las pautas y condiciones de monitorización, encapsulado y fijación de sensores de fibra óptica para la medida de deformación y temperatura en estructuras*. Editorial Universitat Politècnica de València.

VÉLEZ, V. E. P. (2013). Estudio preliminar sobre la viabilidad de la implementación de medidores inteligentes de energía en los estratos 1, 2 y 3 de Cali. *Trabaja de Pregrado, Universidad Del Valle*.

Wootton, C. (2016). Hardware. In *Samsung ARTIK Reference* (pp. 9–24). Springer.

13. Anexos

13.1. Certificado de aprobación.



VICERRECTORADO ACADÉMICO

Loja, 06 de julio del 2021
Of. N°126-V-ISTS-2021

Sr. Sarango Chalan Jhonther Fabricio
ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA DEL ISTS
Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el proyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado "SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO DE CONSUMO DE AGUA A TRAVÉS DE LA RED 0G EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2021", el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (el/la) Ing. Manuel Asdrual Montaña Blacio.

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. Germán Patricio Villamarín Coronel Mgs.
VICERRECTOR ACADEMICO DEL ISTS
c/c. Estudiante, Archivo



13.2. Autorización para la ejecución



Yo, Ing. Oscar Geovanny Jiménez con documento de identidad 1103571590, coordinador de la carrera de Electrónica del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja a petición verbal del interesado.

AUTORIZO

A Jhonther Fabricio Sarango Chalan con cedula de identidad Nro. 1950125763 y a Tayron Paul Benitez Cuenca con cedula identidad Nro. 1900773597, estudiantes del sexto ciclo de la carrera de Electrónica del “Instituto Superior Tecnológico Sudamericano”; para que realicen su proyecto de investigación de fin de carrera titulado: “SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO DE CONSUMO DE AGUA A TRAVÉS DE LA RED 0G EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2021” para lo cual nos comprometemos en entregar a los estudiantes la información necesaria hasta que culmine dicho proceso.

Loja, 13 de Septiembre del 2021

Ing. Oscar Jiménez

C.I. 1103571590

13.3. Certificado de implementación



Loja, 13 de octubre del 2021

Ing. Manuel Asdrual Montaña Blacio

TUTOR DEL SEMINARIO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA- ELECTRÓNICA, a petición verbal por parte del interesado.

CERTIFICO

Que el Sr Jhonther Fabricio Sarango Chalan con cédula 1950125763 ha venido trabajando en el Proyecto de fin de carrera titulado “DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA PREVENIR EL CONTAGIO MASIVO DEL COVID-19 EN LA CIUDAD DE LOJA, EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2020”; el mismo que se encuentra a la presente fecha en un 100% culminado según los requerimientos funcionales planteados. Lo certifico en honor a la verdad para los fines pertinentes y a solicitud del interesado.

 Ing. Manuel Asdrual Montaña Blacio
**TUTOR SEMINARIO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE
 FIN DE CARRERA**
 Semestre Abril 2021 – Septiembre 2021

13.4. Certificado de Abstract.



CERTF. N° 009-JG-ISTS-2021

Loja, 05 de Octubre de 2021

El suscrito, Lic. Jordy Christian Granda Feijoo, Mgs., COORDINADOR-DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS - CIS DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO "SUDAMERICANO", a petición de la parte interesada y en forma legal,

CERTIFICA:

Que el apartado ABSTRACT del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera del señor SARANGO CHALAN JHONTER FABRICIO estudiante en proceso de titulación periodo Abril - Noviembre 2021 de la carrera de ELECTRÓNICA; está correctamente traducido, luego de haber ejecutado las correcciones emitidas por mi persona; por cuanto se autoriza la presentación dentro del empastado final previo a la disertación del proyecto.

Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos pertinentes.

English is a piece of cake!

Lic. Jordy Christian Granda Feijoo, Mgs.
COORDINADOR-DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS ISTS - CIS



Checked by:

Lic. Jordy Christian Granda Feijoo, Mgs.
ENGLISH TEACHER

13.5. Presupuesto

A continuación, en la tabla 5 se detalla un presupuesto que se requiere para la proyección de nuestro proyecto.

Tabla 5:

Presupuesto.

PRESUPUESTO				
Material	Precio unitario	Unidades	Valor total	
Electroválvula	15	4	60	
Fuente de alimentación 3V	3	4	12	
Plataforma Sigfox	15	1	15	
Ufox	60	4	240	
Raspberry	100	1	100	
Sensor de caudal de agua	10	4	40	
AWS	0	1	0	
Cables	0.10	5	0.50	
Case	10	4	40	
Laptop	800	1	800	
Soldadura electrónica	1	1	1	
Software Arduino	0	1	0	
aREST Framework.	3	1	3	
Node red	0	1	0	
Total			1.311,050	

13.7. Programación para el dispositivo medidor inteligente de consumo de agua.

```
#include <Ufox.h>

#define RXLED 17

long lastTx = -600100;

int cont=0;

int sf=3;

int litros=0;

Ufox wisol;

void enviar(){

    wisol.RST();

    digitalWrite(RXLED,LOW);

    Serial.print(litros); Serial.print(" ");

    char buff[30]="";

    sprintf(buff,"%04x",litros); //Litros::int:16

    Serial.print("Enviando: ");

    Serial.println(buff);

    Serial.println(wisol.SEND(buff)); //Envio de datos Sigfox

    digitalWrite(RXLED,HIGH);
```

```
wisol.SLEEP();

//delay(3000);

}

void setup() {

pinMode(RXLED,OUTPUT);

pinMode(sf,INPUT);

Serial.begin(115200);

wisol.begin(9600);

Serial.println("-preparado para enviar una trama-");

}

void loop() {

if (digitalRead(sf)==HIGH)

{

if (digitalRead(sf)==LOW)

{

cont++;
```

```
digitalRead (cont);

litros=cont/224;

}

if( millis()-lastTx>600000 ){

lastTx = millis();

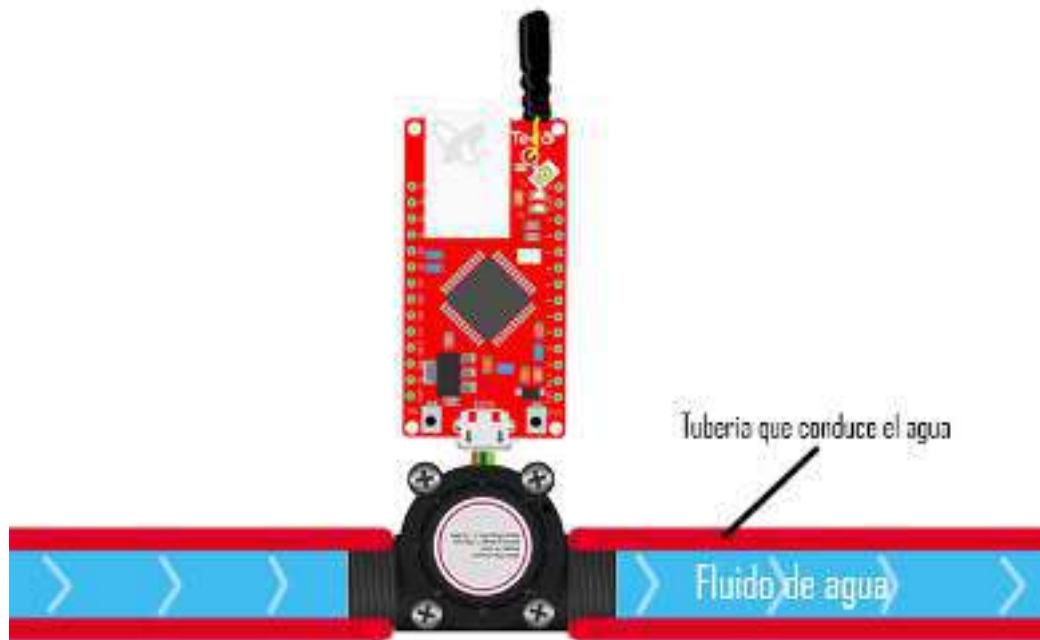
enviar();

}

}

}
```

13.8. Ilustración del Funcionamiento del dispositivo



13.9. Dispositivo final

