

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO**



INSTITUTO TECNOLÓGICO  
**SUDAMERICANO**  
*Hacemos gente de talento!*



**ELECTRÓNICA**  
TECNOLOGÍA SUPERIOR

**TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRÓNICA**

**“SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO BASADO EN TECNOLOGÍAS  
EMERGENTES 0G EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2021”**

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

**AUTOR:**

**Naula Rodas Cristian Aaron**

**Robles Macas Jairo Alexander**

**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 RIEGO AUTOMÁTICO BASADO EN TECNOLOGÍAS EMERGENTES 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 Septiembre de 2021

.....

**Firma**

**Ing. Manuel Asdrual Montaña Blacio**

**Autoría**

Yo JAIRO ALEXANDER ROBLES MACAS C.I. N° 1105645061 declaro ser el autor del presente trabajo de tesis titulado SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO BASADO EN TECNOLOGÍAS EMERGENTES 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 Septiembre de 2021

.....

**Firma**

**C.I. 1105645061**

**Autoría**

Yo CRISTIAN AARON NAULA RODAS C.I. N° 1105231706 declaro ser el autor del presente trabajo de tesis titulado SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO BASADO EN TECNOLOGÍAS EMERGENTES 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 Septiembre de 2021

.....

**Firma**

**C.I. 1105231706**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre “Gloria Isabel Macas Robles”, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional siempre confiaste en mí y nunca me abandonaste. Te amo mamá esto es para ti.

A toda mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de la carrera y de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional como ser humano.

**Jairo Alexander Robles Macas**

## **Dedicatoria**

Dedico el presente trabajo primeramente a Dios, quien me permitió haber llegado hasta este momento importante de mi formación profesional. A mis padres “Agusto y Marlene”, por ser un apoyo fundamental a lo largo de toda mi carrera y poner su confianza en mí.

Dedicar este logro más a mi hija “Elena” por haber sido mi principal motivo de superación profesionalmente y mi inspiración para poder continuar por un camino correcto.

**Cristian Aaron Naula Rodas**

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

Agradezco a mi maravillosa familia, quienes han creído siempre en mí, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio enseñándome a valorar todo lo que tengo. Gracias por fomentar en mí el deseo de superación y de triunfo en la vida. Lo que ha contribuido a la obtención de este logro. Espero contar siempre con su valioso e incondicional apoyo.

Agradezco a mi director de tesis Ing. Manuel Montaña quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación. Al Ing. Oscar Jiménez por sus consejos, enseñanzas, apoyo y sobre todo amistad brindada.

Y por supuesto a mi querida Institución y sus autoridades, por permitirme concluir con esta etapa de mi vida, gracias por su acogida, por haberme brindado tantas oportunidades de crecer como ser humano.

**Jairo Alexander Robles Macas**

## **Agradecimiento**

En primer lugar, deseo expresar mi gratitud a Dios, por guiarme y nunca dejarme solo en el transcurso de la vida para poder culminar con éxitos todos mis objetivos planteados para mi vida.

Asimismo, agradezco a toda mi familia, quienes creen en mis ganas de superarme. Agradecerle a mi esposa por ser quien me motivase para poder culminar con mis estudios cuando en un momento pensé dejarlo todo. Espero contar siempre con su incondicional apoyo.

Por su orientación y atención a mis consultas, mi agradecimiento a mi director de tesis Ing. Manuel Montaña quien con su experiencia y conocimiento supo cómo orientarnos en la investigación. A todos los licenciados de la carrera de electrónica quienes fueron importantes para mi formación como profesional desde el primer ciclo.

Pero sobre todo gracias a mi querida Institución y sus autoridades, por haberme recibido en sus aulas y compartir muchos buenos momentos, por brindar un consejo cuando lo era necesario y darme muchas oportunidades de crecer como persona y como profesional.

**Cristian Aaron Naula Rodas**



## 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 los señores Jairo Alexander Robles Macas y Cristian Aaron Naula Rodas; mayores 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.** – Jairo Alexander Robles Macas y Cristian Aaron Naula Rodas, realizó la Investigación titulada **“SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO BASADO EN TECNOLOGÍAS EMERGENTES 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, Jairo Alexander Robles Macas y Cristian Aaron Naula Rodas como autores, 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 RIEGO AUTOMÁTICO BASADO EN TECNOLOGÍAS EMERGENTES 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 septiembre del año 2021.

F. \_\_\_\_\_

Cristian Aaron Naula Rodas

C.I. 1105231706

F. \_\_\_\_\_

Jairo Alexander Robles Macas

C.I. 1105645061

F. \_\_\_\_\_

Ing. Manuel Asdrual Montaña Blacio

C.I. 0706440674



## **Declaración juramentada**

Loja, 13 de septiembre de 2021

**Nombres:** Jairo Alexander

**Apellidos:** Robles Macas

**Cédula de Identidad:** 1105645061

**Carrera:** Electrónica

**Semestre de ejecución del proceso de titulación:** Abril – septiembre 2021

**Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:**

“SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO BASADO EN TECNOLOGÍAS EMERGENTES 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 1105645061



### **Declaración juramentada**

Loja, 13 de septiembre de 2021

**Nombres:** Cristian Aaron

**Apellidos:** Naula Rodas

**Cédula de Identidad:** 1105231706

**Carrera:** Electrónica

**Semestre de ejecución del proceso de titulación:** Abril – septiembre 2021

**Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:**

“SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO BASADO EN TECNOLOGÍAS EMERGENTES 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:

6. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
7. 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.
8. El trabajo de investigación de fin de carrera presentada no atenta contra derechos de terceros.

9. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
10. 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 1105231706

## 1. Índice de contenido

### 1.1 Índice de temas

Certificación del director del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera .....	I
Autoría.....	II
Dedicatoria .....	IV
Agradecimiento .....	VI
Acta de cesión de derechos .....	VIII
Declaración juramentada.....	X
1. Índice de contenido .....	1
1.1 Índice de temas .....	1
1.2 Índice de figuras .....	5
1.3 Índice de tablas .....	7
2. Resumen.....	8
4. Problemática.....	10
5. Tema.....	12
6. Justificación.....	13
7. Objetivos .....	15
7.1 Objetivo general. ....	15
7.2 Objetivos específicos.....	15
8. Marco teórico .....	16
8.1. Marco institucional.....	16
8.2. Marco conceptual .....	23
8.2.1 Tipos de riego .....	23
8.2.1.1 Riego por goteo.....	23
8.2.1.2 Riego por aspersión.....	23
8.2.1.3 Riego por microaspersión. ....	23
8.1.1.4 Riego por surcos.....	24

8.2.1.5 Riego por melgas.....	24
8.2.2 Tecnologías emergentes.....	24
8.2.2.1 Lora. ....	24
8.2.2.2 Sigfox. ....	25
8.2.2.3 Narrow band iot.....	26
8.2.3 Sistema de automatización.....	27
8.2.3.1 Placas de desarrollo.....	27
8.2.3.1.1 Ufox. ....	27
8.2.3.1.2 Arduino mkr1000.....	27
8.2.3.1.3 ESP8266.....	28
8.2.3.2 Sensores. ....	29
8.2.3.2.1 Sensor de humedad de suelo tipo higrómetro fc-28. ....	29
8.2.3.2.2. HIH6130. ....	29
8.2.3.2.3 DHT22.....	30
8.2.3.2.4 Ultrasónicos.....	31
8.2.3.3 Actuadores.....	31
8.2.3.3.1 Relé.....	31
8.2.3.3.2 Bombas de agua.....	32
8.2.3.4 Plataformas para redes emergentes .....	33
8.2.3.4.1 Thinger.io. ....	33
8.2.3.4.2 ThingSpeak.....	33
8.2.3.4.3 Watson IoT. ....	34
8.2.3.4.4 Amazon web services iot.....	35
8.2.3.4.5 Xively-Cloud. ....	36
8.3 Trabajos relacionados .....	37
9. Diseño metodológico .....	38
9.1. Métodos de investigación .....	38



9.1.1 Método hermenéutico. ....	38
9.1.2 Método fenomenológico. ....	38
9.1.3 Método práctico proyectual. ....	39
9.2 Técnicas de investigación.....	39
9.2.1 Investigación documental. ....	39
9.2.2 Observación. ....	40
9.2.3 Prueba y error.....	40
10. Propuesta de acción.....	42
10.8. Electroválvula.....	49
11. Desarrollo de la propuesta.....	50
11.3 Registro de la Tarjeta Ufox .....	52
11.4. Creación de canal en ThingSpeak .....	54
11.5. Configuración Back-end Sigfox .....	56
11.6. Diagrama Electrónico .....	56
11.7. Pruebas de Funcionamiento.....	57
11.8. conexión de plataformas esquema.....	58
11.9. Resultados Obtenidos .....	58
11.10. Evaluación de resultados .....	59
12. Conclusiones.....	60
14. Bibliografía .....	62
15. Anexos .....	68
15.1. Certificado de aprobación. ....	68
15.2. Autorización para la ejecución .....	69
15.3. Certificado de implementación .....	70
15.4. Certificado de Aprobación del Abstract.....	71
15.6. Cronograma .....	73
15.7. Programación para el sistema de riego automático .....	74

15.8. Implementación Del Sistema.....	84
15.9. Prototipo Final .....	85
16.0. Resultado del Sembrío.....	86

## 1.2 Índice de figuras

Figura 1 Estructura del modelo educativo .....	21
Figura 2 Tecnología Lora.....	25
Figura 3 Tecnología sigfox .....	26
Figura 4 Tecnología Narrow Band IoT.....	26
Figura 5 Placa ufox .....	27
Figura 6 Placa arduino MKR1000 .....	28
Figura 7 Placa ESP8266.....	28
Figura 8 Sensor higrómetro FC-28 .....	29
Figura 9 Sensor HIH6130 .....	30
Figura 10 Sensor DHT22 .....	30
Figura 11 Sensor ultrasónico.....	31
Figura 12 Modulo relé.....	32
Figura 13 Bombas de agua.....	32
Figura 14 Thingier.io.....	33
Figura 15 Thingspeak.....	34
Figura 16 Watson IoT .....	35
Figura 17 Amazon web services .....	36
Figura 18 Xively-Cloud .....	36
Figura 19 Placa de desarrollo ufox.....	43
Figura 20 Sensor de temperatura y humedad.....	44
Figura 21 Modulo relee .....	46
Figura 22 Sensor de humedad de suelo.....	47
Figura 23 Sensor de lluvia.....	48
Figura 24 Sensor UV.....	48
Figura 25 Electroválvula whirlpool .....	49
Figura 26 Arquitectura del sistema .....	51
Figura 27 Diagrama de flujo .....	52
Figura 28 Información ID_PAC .....	53
Figura 29 Activación de la tarjeta .....	53
Figura 30 Datos para la activación.....	54
Figura 31 Contraseña de ingreso a backend.....	54
Figura 32 Creación de cana ThingSpeak .....	55

Figura 33 Información de API Key.....	55
Figura 34 Configuración CALLBACKS .....	56
Figura 35 Diagrama electrónico.....	57
Figura 36 Comunicación backend con thingSpeak .....	58
Figura 37: Implementación del sistema .....	84
Figura 38 Prototipo final .....	85
Figura 39 Sembrío de lechuga.....	86
Figura 40 Sembrío de rabano .....	87

### 1.3 Índice de tablas

Tabla 1 Características ThingSpek.....	42
Tabla 2 Datasheet de placa ufox .....	44
Tabla 3 Datasheet sensor DHT22 .....	45
Tabla 4 Datasheet modulo rele .....	46
Tabla 5 Resultados obtenidos .....	59
Tabla 6 Presupuesto. ....	72
Tabla 7 Cronograma de actividades.....	73

## 2. Resumen

La presente investigación trata del desarrollo de un sistema de riego automático basado en tecnologías emergentes 0G, con el fin de hacer una buena gestión del líquido vital y a su vez aplicarlo a los sembríos en el momento más oportuno de tal manera que la producción de los cultivos resulte satisfactoria.

Hoy en día los principales problemas que afectan al sector agrícola son la escasez de lluvias o presencia de manera irregular de las mismas, además el uso desmedido del agua. Por ende, este proyecto brinda una solución eficaz a través de un prototipo electrónico el cual optimiza el recurso hídrico y mejora la producción.

Para llevar a cabo este proyecto se hace uso de tres métodos de investigación, los cuales ayudan a indagar información en diferentes medios bibliográficos, también se hace uso de tres técnicas, que permiten recopilar información detallada referente al tema investigado y adicional se puede observar errores que cometen las personas en el sector agrario y brindar una solución eficaz.

Los resultados obtenidos son satisfactorios, el prototipo cumple con los objetivos planteados, gracias a ello se puede concluir que este sistema resulta de mucha utilidad en los campos agrícolas, así mismo las plataformas IoT permiten visualizar los datos en tiempo real donde quiera que nos encontremos siempre y cuando se tenga acceso a Internet.

### 3. Abstract

This research deals with the development of an automatic irrigation system based on emerging 0G technologies, to make good management of the vital liquid and in turn, apply it to the crops at the most opportune moment in such a way that the production of the crops satisfactory.

Today the main problems affecting the agricultural sector are the lack of rainfall or the irregular presence of them, in addition to the excessive use of water. Therefore, this project provides an effective solution through an electronic prototype that optimizes the water resource and improves production.

To carry out this project, three research methods are used, which help to investigate information in different bibliographic media, three techniques are also used, which allow collecting detailed information regarding the investigated topic and additional errors can be observed that commit people in the agricultural sector and provide an effective solution.

The results obtained are satisfactory, the prototype meets the objectives set, thanks to this it can be concluded that this system is very useful in agricultural fields, likewise, the IoT platforms allow us to visualize the data in real - time wherever we are always and when you have access to the Internet.

#### 4. Problemática

Uno de los problemas a nivel mundial es la escasez de agua a consecuencias de su excesivo uso y por los cambios climáticos que azotan a todas las regiones, uno de los sectores más vulnerables es la agricultura, por la falta de este recurso natural o por el uso desmedido en la irrigación de los cultivos, donde la mala utilización del agua puede generar un impacto negativo en los campos agrícolas en los próximos años, donde se puede tener una disminución en lo que se refiere a la producción y no cubra las demandas alimenticias que requiere la población que va en forma ascendente con el transcurso de los años (Fao, 2013).

En la actualidad, al no contar con un sistema de riego tecnificado para el proceso de suministro hídrico de agua e insumos en las plantaciones de hortalizas, se utiliza más cantidad de recursos, más demanda de mano de obra mayor tiempo de trabajo y conduce a que las plantaciones no alcancen su máximo desarrollo provocando una reducción significativa en las ganancias, generando menor volumen en las cosechas y por ende mayores costos. (Humerez, 2016).

Dado que las plantas necesitan agua de forma constante y las lluvias se producen de manera irregular o por temporada, en algunos casos es necesario suministrar agua a través de canales de riego para su buen desarrollo o para aumentar la producción en todo el año. Por tanto, se puede definir el riego como el aporte de agua a las plantas con el fin de suministrar la humedad necesaria para su desarrollo y de manera complementaria ayudar en temporadas que las lluvias son escasas y así hacer un correcto uso de este recurso (Martínez Cortijo, 2014).

No toda el agua suministrada es aprovechada por la planta, se producen una serie de pérdidas durante el ciclo de riego: desde fugas por roturas o averías en las conducciones de agua la evaporación, tanto en canales de conducción abiertos como en las mismas hojas mojadas o la del propio suelo los días de altas temperaturas hasta la percolación del agua en el perfil del suelo a una profundidad superior a la de las raíces, entre otras más. En la actualidad, la sistematización de los procesos es una necesidad, convirtiéndose en una herramienta indispensable, por lo que automatizar el sistema de riego para el cultivo es dar solución a los problemas que se suscita, tales como el desperdicio de recurso hídrico porque este no cuenta con un control adecuado y el exceso de esta en el suelo provoca la pérdida del cultivo.



En la actualidad el aumento de la población mundial plantea la necesidad de una mayor cantidad de alimentos, por lo que es necesario buscar formas adecuadas de producirlos. Los países llamados del tercer mundo son principalmente los que más sufren por esta situación, por lo que se ven obligados a comprar productos alimenticios a países industrializados (Anónimo, 2019).

## **5. Tema**

Sistema de riego automático basado en tecnologías emergentes 0G en el periodo abril-septiembre 2021

## 6. Justificación

La presente investigación tiene como objetivo implementar un sistema automatizado de riego basado en tecnologías emergentes OG, en donde se aplica los conocimientos teóricos prácticos adquiridos durante el proceso de formación profesional. El mismo nos aportará nuevos conocimientos a través de la indagación de información para llevarlo a cabo. Esta investigación es un requisito para obtener el título de tercer nivel en la Tecnología de Electrónica del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano.

Cuando se cuenta con terrenos de sembrío, un sistema de riego eficiente es el factor fundamental para obtener un buen producto, por tal motivo, los agricultores pasan la mayoría de su tiempo realizando esta actividad de forma manual. Por ende, esta investigación propone automatizar el sistema de riego empleando tecnologías de bajo y mediano costo, con sensores y actuadores los mismos que monitorean e indican el momento más adecuado y oportuno para iniciar con el proceso de hidratación a los sembríos, y así cumplir con el objetivo de realizar un riego eficaz y eficiente, haciendo uso de una adecuada gestión de agua.

Con el fin de optimizar la productividad en las cosechas conociendo los requerimientos de riego necesarios para satisfacer la demanda de los cultivos en época de lluvias o en época seca, cuando la producción agrícola depende completamente del riego. El sistema no solo nos permite economizar el agua sino también gastos destinados a la mano de obra, los resultados se verán reflejados en la calidad de los productos y las ganancias económicas por la eficiencia del mismo.

Con la llegada de la tecnología sigfox al Ecuador y especialmente a la provincia de Loja se da un cambio radical en lo que se refiere al avance progresivo del IoT, permitiendo vincular diferentes áreas para el monitoreo de sensores y control. Este sistema de trabajo resulta beneficioso a la sociedad siendo su principal ventaja el bajo costo de su suscripción a comparación de otras tecnologías IoT presentes en el mercado local.

Gracias a los avances tecnológicos los agricultores ya no tienen que aplicar agua, fertilizantes y pesticidas uniformemente a través de campos enteros. En cambio, pueden utilizar las cantidades mínimas requeridas y dirigirse a áreas muy específicas, o incluso tratar plantas individuales de manera diferente. También da a los productores

un mayor control sobre la producción, procesamiento, distribución y almacenamiento de plantas lo que da como resultado, mayor eficiencia, mejores condiciones de cultivo y alimentos más sanos contribuyendo a la reducción del impacto ambiental y ecológico.

## **7. Objetivos**

### **7.1 Objetivo general.**

- Diseñar un sistema de riego automatizado a través de redes emergentes 0G, para ayudar a mejorar la gestión y administración de agua en los cultivos.

### **7.2 Objetivos específicos.**

- Realizar una revisión de literatura haciendo uso de google académico para determinar posibles diseños y tecnologías que se adapten a la problemática planteada.
- Diseñar un sistema de riego automatizado para mejorar la producción agrícola a través de sistema de control.
- Implementar el sistema de riego automatizado a través de la tecnología 0G y sistema electrónico, para emular bajo prototipado el riego en los campos agrícolas.
- Evaluar el funcionamiento del sistema mediante el monitoreo y control de humedad del suelo, para validar las pruebas de riego.

## 8. Marco teórico

### 8.1. 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 TÉCNICOS, 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*

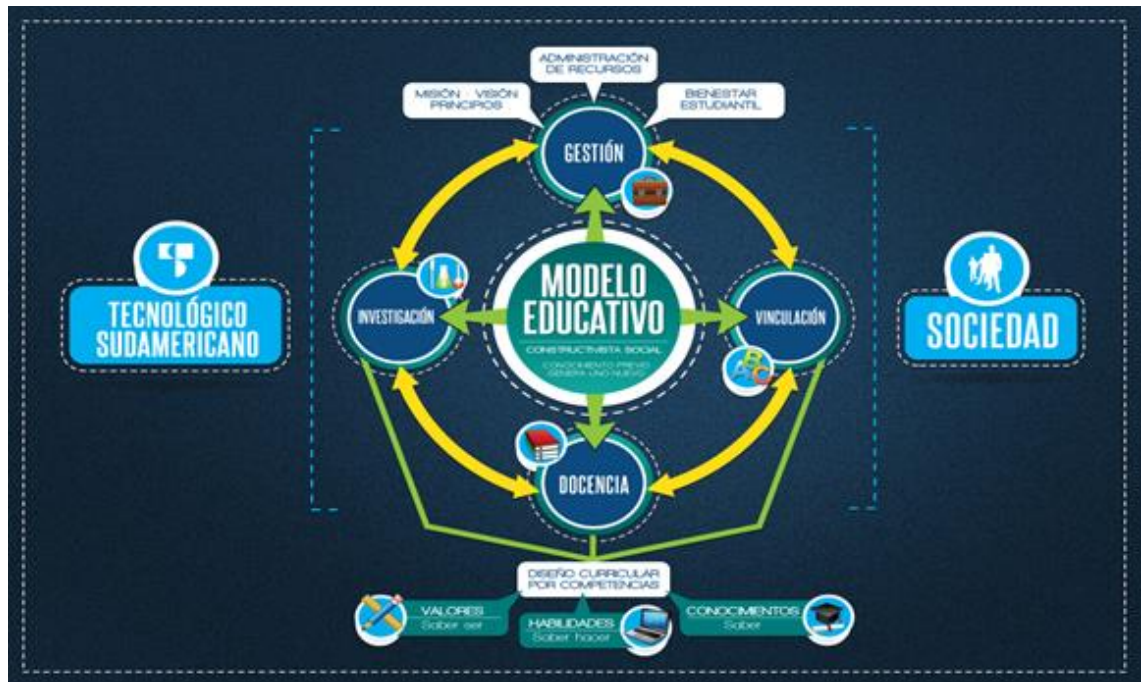


Imagen tomada de: (Instituto Tecnológico Superior Sudamericano, 2013)

### 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 Tecnológico Superior Sudamericano, 2013)

Tlga. Carla Sabrina Benítez Torres

SECRETARIA DEL INSTITUTO SUDAMERICANO

## 8.2. Marco conceptual

### 8.2.1 Tipos de riego

**8.2.1.1 Riego por goteo.** El sistema de riego por goteo, es un método de irrigación utilizado en las franjas áridas que permite la utilización óptima de agua y abonos, distribuyendo el agua en manera moderada con una zona de humedecimiento radicular. Esta distribución del agua se transporta a través de tuberías y mangueras a presión, a donde en algunos casos, se aprovecha las pendientes que presente el terreno, y en la mayoría de los hechos se utiliza un método de bombeo y desde este sistema se conduce el agua a todas las zonas de las raíces de las plantas, regando el agua en una zona localizada, generalmente en plantaciones delicadas o plantaciones medidas, como los invernaderos. El agua aplicada por este método de riego se infiltra hacia el interior de las raíces de las plantas irrigando directamente la zona de influencia de las raíces a través de un sistema de tuberías y emisores o goteros (Saud, 2012).

El riego por goteo o riego localizado consiste en tener un buen suministro de agua de manera continua, equivalente y lenta sobre los sembríos, para evitar el desperdicio de agua y encharcamiento del suelo manteniendo la humedad necesaria sobre los cultivos. Este método de irrigación se emplea una vez que el terreno esté listo para cultivar, donde se recomienda la instalación de las tuberías semienterradas para no tener pérdidas del agua por el calor y el viento (Santos, 2010).

**8.2.1.2 Riego por aspersión.** Un Sistema de riego por aspersión consiste de una red de tuberías o tubos con aspersores acoplados a ellos, arreglados de tal manera, que pueden distribuir la precipitación del agua de riego lo más uniformemente posible sobre el campo de cultivo. En la mayoría de los sistemas de riego por aspersión, la intensidad de precipitación es menor que la tasa de infiltración básica del suelo. de esta manera se logra que toda el agua que cae sobre la superficie del suelo se infiltre, evitando el exceso de encharcamientos superficiales, los cuales traerán como consecuencia aplicaciones no uniformes del agua y serios problemas de erosión (Solórzano, 2015).

**8.2.1.3 Riego por microaspersión.** Este método de riego consiste en la aplicación de agua al suelo en gotas muy pequeñas. Requiere una presión de 1,6 kg/cm, es decir mucho más baja que la aspersión. El diámetro de mojado que genera el micro aspersor puede ser de alrededor de 3-4 metros (Inta, 2014).

**8.1.1.4 Riego por surcos.** En el riego por surcos el agua se mueve por gravitación, es decir el agua se desliza siguiendo la pendiente y no requiere de energía extra para darle movimiento. La calidad del riego depende en un principio de la sistematización del terreno y por eso es muy importante realizar un buen levamiento planimétrico del lote a regar y un correcto diseño de los surcos especialmente en orientación y en longitud (Ramos & Báez, 2013).

**8.2.1.5 Riego por melgas.** En el riego por melgas el agua avanza por un espacio de suelo a modo de franjas que queda entre 2 bordos construidos para tal fin, de manera que el agua se mueve encajonada desde la cabecera hasta el pie. Es bastante útil para regar pasturas, cereales y, en algunos casos, frutales. Tiene las desventajas de necesitar una gran cantidad de agua y un suelo bien nivelado (Inta, 2014).

### ***8.2.2 Tecnologías emergentes***

En términos generales, las tecnologías emergentes son herramientas que, dentro de 5 o 10 años, pueden provocar una gran revolución empresarial. Es decir, son las innovaciones que cambiarán la forma en que operamos en el mercado. Sin embargo, todavía no están bien establecidas o no se han desarrollado lo suficiente. Los ejemplos de este tipo de tecnologías son diversos, como las Big Data, internet de las cosas, sistemas de inteligencia artificial, etc. (Anónimo, 2018).

**8.2.2.1 Lora.** Inicialmente desarrollada por Cycleo en 2010, empresa adquirida por Semtech en 2012, LoRa es una tecnología de comunicación inalámbrica de largo alcance, baja potencia y reducida tasa de bits, diseñada como una solución para infraestructuras de IoT: dispositivos finales empleando LoRa para interconectar de forma inalámbrica diferentes redes, haciendo de pasarela entre estos dispositivos finales y los correspondientes servidores (Viera,2019).

LoRa (Long Range) es una tecnología propietaria de modulación de espectro extendido de Semtech. Es un derivado de Espectro Extendido por Chirps (CSS, del inglés Chirp Spread Spectrum). La capa física de LoRa se puede utilizar con cualquier capa de control de acceso al medio (MAC, del inglés Media Access Control layer); sin embargo, LoRaWAN es la MAC propuesta actualmente que opera una red en una topología en estrella simple (Hernández, 2019).

Figura 2

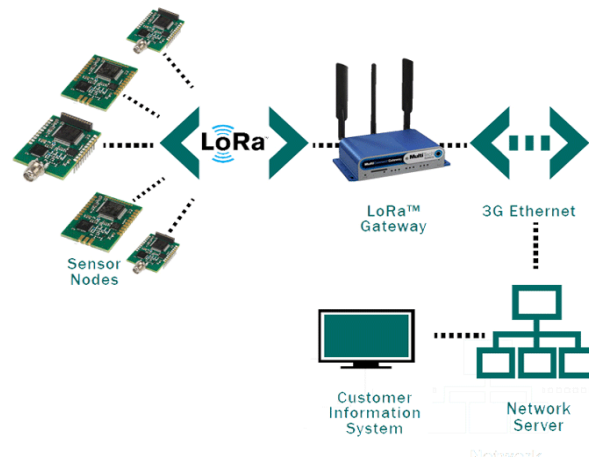
*Tecnología Lora*

Imagen tomada de:

<https://unpocodejava.files.wordpress.com/2016/06/image0023.png>

**8.2.2.2 Sigfox.** Sigfox es una operadora de red alternativa de IoT encargada de atender a una infinidad de objetos que transmiten datos, con la particularidad de no establecer ni mantener conexiones de red por lo que no existe sobrecarga de señalización. La comunicación está basada en software, así que toda complejidad de red y computación es manejada en la nube, reduciendo considerablemente el consumo de energía y los costos de los dispositivos conectados. Basada en la tecnología LPWAN (Low Power Wide Area Network), es decir, que a pesar de poseer una baja potencia siendo muy eficiente energéticamente presenta un largo alcance. Utiliza UNB (Ultra Narrow Band) combinado las modulaciones DBPSK (Differential Binary Phase-Shift Keying) y GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying) para operar en la banda de 868 MHz en Europa y 920 MHz en Estados Unidos (Diaz, 2019).

SigFox utiliza modulación de banda ultra estrecha (UNB) con modulación diferencial binaria por desplazamiento de fase a 100 bps (DBPSK). En SigFox, el dispositivo inicia una transmisión enviando tres paquetes de enlace ascendente en secuencia en tres frecuencias portadoras aleatorias. La estación base recibirá correctamente el paquete incluso si dos de las transmisiones se pierden debido a, por ejemplo, colisión con otros dispositivos o interferencias de otros sistemas que utilizan la misma frecuencia. Las restricciones del ciclo de trabajo del utilizado subbanda en la banda ISM de la UE de 868 MHz es del 1%. Por lo tanto, un dispositivo SigFox solo puede transmitir 36 segundos por hora. El tiempo en el aire es de 6 segundos por

paquete y, por lo tanto, el máximo es de 6 mensajes por hora con una carga útil de 4, 8 o 12 bytes (Vejlgaard, Lauridsen, Nguyen, Kovács, Mogensen, & Sørensen 2017).

Figura 3

*Tecnología sigfox*



Imagen tomada de: <https://www.sigfox.com/en/what-sigfox/technology>

**8.2.2.3 Narrow band iot.** El NB-IoT es una evolución del sistema LTE y opera con un ancho de banda de portadora de 180 kHz. El portador NB-IoT se puede implementar dentro de un portador LTE, en la Banda de protección LTE o independiente. El ancho de banda de la subportadora para NB-IoT es de 15 kHz, y cada dispositivo está programado una o más subportadoras en el enlace ascendente. Además, el enlace ascendente Las transmisiones se pueden empaquetar más juntas disminuyendo el espaciado de subportadoras a 3,75 kHz (Vejlgaard, Lauridsen, Nguyen, Kovács, Mogensen, & Sørensen 2017).

Figura 4

*Tecnología Narrow Band IoT*

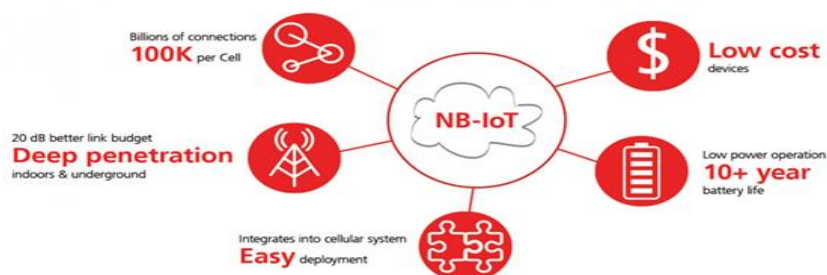


Imagen Tomada de: <https://devopedia.org/images/article/59/4019.1519798933.jpg>



### 8.2.3 Sistema de automatización

**8.2.3.1 Placas de desarrollo.** Las placas de desarrollo, son dispositivos o herramientas que sirven para crear diseños de sistemas digitales y analógicos de forma rápida y eficiente (Cárdenas, 2013).

Están contruidos en una placa de circuito único con microprocesador, memorias y periféricos de entrada y salida, permite la posibilidad de levantar proyectos de demostración o desarrollo a nivel educativo o elevarse hasta un nivel comercial, dependiendo mucho de la placa a usar y el tipo de proyecto a realizar (Raza, 2016).

**8.2.3.1.1 Ufox.** Teca (2021) afirma que “Kit IoT Ufox desarrolla soluciones IoT en base a hardware y conectividad inalámbrica, con tecnología anti Jammer y de bajo consumo de energía. Bandas de frecuencia para Perú, centro América y Sudamérica”.

Figura 5  
Placa ufox



Imagen tomada de: <https://github.com/TECA-IOT/Ufox>

**8.2.3.1.2 Arduino mkr1000.** El Arduino MKR1000 está basado en la placa ATSAMW25 del fabricante Atmel, integrada en las tecnologías SmartConnect de los dispositivos inalámbricos diseñados específicamente para proyectos orientados a IoT. Este dispositivo es el que permite la conexión a internet de cada uno de los sensores en el sistema, además es el procesador de datos. En él, se codifican los condicionales para que el sistema actúe de manera automática dependiendo la información recogida por los sensores. Se tuvo en cuenta debido a que su desarrollo fue especialmente para

proyectos IoT, su tamaño, y que además cuenta con una Shield WiFi y gran variedad de puertos que permite que el sistema sea versátil. (Padilla & Mendoza, 2018, p. 55)

Figura 6

Placa arduino MKR1000



Imagen recuperada de: <https://proyectosconarduino.com/placas/arduino-mkr1000-wifi/>

**8.2.3.1.3 ESP8266.** Node MCU ESP 8266 se ha diseñado para dispositivos y aplicaciones del IoT. Posee un ahorro de energía que cuenta con tres modos de funcionamiento (modo activo, modo de reposo y modo de sueño profundo) lo que permite diseños que funcionan con baterías por más tiempo. Se puede utilizar en entornos industriales ya que soporta rangos de temperaturas de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $+125^{\circ}\text{C}$ . Posee características de los chips integrados y una mínima cantidad de componentes externos, por lo tanto, el chip ofrece fiabilidad, robustez y compacidad (Candelario, 2016).

Figura 7

Placa ESP8266

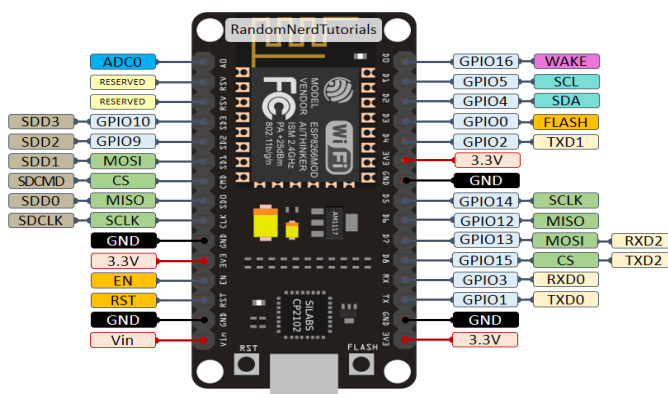


Imagen tomada de: <https://hardzone.es/reportajes/tema/esp8266-2n2222-arduino/>

**8.2.3.2 Sensores.** Un sensor es un objeto capaz de detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia, además de variar una propiedad ante magnitudes físicas o químicas, y transformarlas en variables eléctricas. Existen diferentes tipos de sensores de acuerdo a las necesidades de los usuarios (Ángeles & Ángeles, 2019).

**8.2.3.2.1 Sensor de humedad de suelo tipo higrómetro fc-28.** El FC-28 se distribuye con una placa de medición estándar que permite obtener la medición como valor analógico o como una salida digital, activada cuando la humedad supera un cierto umbral. Los valores obtenidos van desde 0 sumergido en agua, a 1023 en el aire o en un suelo muy seco. Un suelo ligeramente húmedo daría valores típicos de 600-700. Un suelo seco tendrá valores de 800-1023. La salida digital dispara cuando el valor de humedad supera un cierto umbral, que ajustamos mediante el potenciómetro. Por tanto, obtendremos una señal LOW cuando el suelo no está húmedo, y HIGH cuando la humedad supera el valor de consigna. El valor concreto dependerá del tipo de suelo y la presencia de elementos químicos, como fertilizantes (Apaza & La Torre, 2017).

Figura 8

*Sensor higrómetro FC-28*

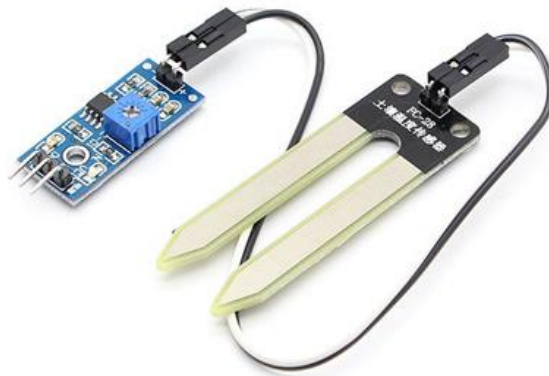


Imagen tomada de: <https://www.luisllamas.es/arduino-humedad-suelo-fc-28/>

**8.2.3.2.2. HIH6130.** El HIH6130, que se muestra en la, es un sensor de temperatura y humedad relativa (RH) de salida digital combinados en un mismo componente. Esto permite que la medición de humedad relativa se compense por temperatura y proporciona una segunda salida de sensor de temperatura independiente. Las principales características de este dispositivo es la operación entre voltaje de 2.3V

a 5.5V, asimismo el rango de humedad que evalúa es de 10- 90% y compensa su salida de temperatura entre los rangos de 5-50°C (Magallanes & Rosas, 2019).

Figura 9

*Sensor HIH6130*



Imagen tomada de:

[https://www.5hertz.com/index.php?route=product/product&path=119\\_167&product\\_id=6176&limit=50](https://www.5hertz.com/index.php?route=product/product&path=119_167&product_id=6176&limit=50)

**8.2.3.2.3 DHT22.** Este sensor, permite medir la humedad relativa y temperatura en grados Centígrados o Fahrenheit gracias a un sensor de humedad capacitivo y un termistor. Para alimentarlo se utiliza la salida de 5V del Arduino mientras que, para su comunicación, la salida digital. Este sensor permite medir la humedad dentro de un rango entre 0 y 100 % con una precisión de  $\pm 2$  %, mientras que el rango de la temperatura está entre -40 y 80 °C con una precisión de  $\pm 0.5$  °; con una frecuencia de lectura de dos veces por segundo, Como sucedía en el caso anterior, el sensor cuenta con una librería específica que permite la configuración de parámetros y la obtención de las variables medidas (Villena, 2017).

Figura 10

*Sensor DHT22*



Imagen tomada de: <https://www.e-ika.com/am2302-dht22-digital-temperature-humidity-sensor-module-for-uno-r3>

**8.2.3.2.4 Ultrasónicos.** Los sensores ultrasónicos son muy utilizados en sistemas de medición no invasivos para determinar la distancia del emisor a un objeto dado. Por ejemplo, en la mayoría de los vehículos se usan para avisar al conductor la proximidad de un objeto cuando maneja en reversa; otra aplicación es la medición de distancias, profundidades y alturas que cambian dinámicamente, etcétera. Un sensor ultrasónico también puede ser considerado un transceptor, debido a que no solo puede usarse como un transductor de entrada, sino también como uno de salida. Las principales ventajas de este tipo de sensado es que, al ser una medición no invasiva, es decir, que no requiere contacto alguno para realizar la medida, la variedad de objetos que es posible medir es muy amplia. Debido a la naturaleza de la señal ultrasónica, es posible realizar mediciones en superficies variadas, líquidos y en ambientes hostiles (Ramírez, Jiménez & Mares, 2016).

Figura 11

*Sensor ultrasónico*

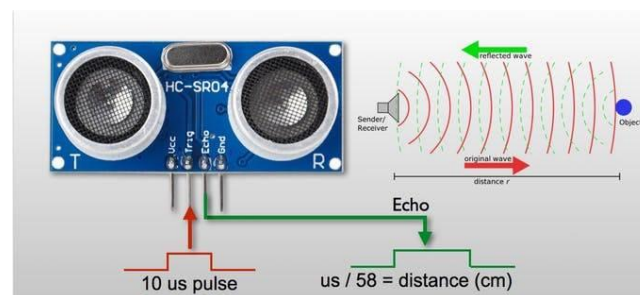


Imagen tomada de: <https://www.geekfactory.mx/tutoriales/tutoriales-arduino/sensor-ultrasonico-hc-sr04-y-arduino/>.

**8.2.3.3 Actuadores.** Los actuadores son dispositivos que llevan incorporado un motor eléctrico y un reductor que permite accionar cualquier dispositivo para llevar a cabo determinado movimiento o acción. Por ejemplo, se emplean en la industria para accionar compuertas, válvulas y en general diferentes elementos que ponen en comunicación un proceso con otro o un estado de un proceso con otro. El actuador es el que almacena los datos de válvulas y carrera y posteriormente dicha información es procesada por la parte de control que es precisamente la que se encarga de conectarlo y desconectarlo según las necesidades (Rubio, 2020).

**8.2.3.3.1 Relé.** Se trata de un dispositivo electromagnético que consiste en un interruptor automático controlado por un circuito eléctrico, en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se actúa sobre uno o varios contactos. Cuando la señal

de mando excita al electroimán, se hace pasar corriente por la bobina, se produce un campo magnético que interacciona con uno o varios contactos provocando el cierre o apertura de los mismos, lo que permite abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Esto permite controlar un circuito de salida de mayor potencia (circuito de fuerza) que el circuito estimulador (circuito de control) que solo necesita una pequeña fuente de tensión para activar el relé (Brunete, 2020).

Figura 12

*Modulo relé*

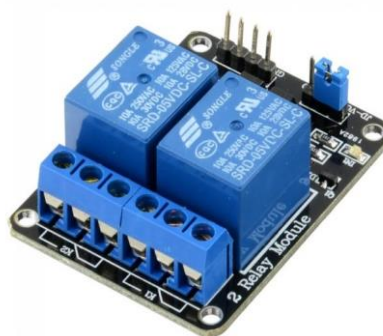


Imagen tomada de: <http://robots-argentina.com.ar/didactica/modulos-de-rele-y-arduino-domotica-1/>

**8.2.3.3.2 Bombas de agua.** Todas las bombas utilizan presión atmosférica para empujar el fluido dentro de la carcasa de la bomba para llenar el vacío creado, cuando el fluido o el aire que está en la carcasa es expulsado por la acción de la bomba. Esta máquina transforma energía eólica en fuerza de absorción, aplicándola para mover el agua, este movimiento regularmente es ascendente. El uso de este será sobre todo en el proceso de comprobación, para llevar el agua desde un punto bajo a otro alto (Guamán, 2017).

Figura 13

*Bombas de agua*



Imagen tomada de: <https://www.luisllamas.es/wp-content/uploads/2016/12/arduino-bomba-agua-componente.png>

**8.2.3.4 Plataformas para redes emergentes** Al igual que el término IoT, una plataforma IoT es un concepto muy amplio. Puede tratarse de simples plataformas que sirven para almacenar datos y ofrecen interfaces estándares al usuario, hasta sistemas más completos que permiten el uso de herramientas para hacer predicciones, analíticas o para crear interfaces más complejas. Una plataforma IoT debe de permitir recoger los datos enviados desde los diferentes dispositivos conectados. Por otra parte, debe de facilitar la creación de aplicaciones, tanto móviles como para otros dispositivos, que visualicen de manera clara los datos recibidos de los dispositivos IoT conectados a la plataforma, además de los datos sobre los que se ha trabajado (Martínez, 2017).

**8.2.3.4.1 Thinger.io.** Es una plataforma de código abierto que ofrece la conexión de dispositivos IoT ya sea para la obtención de datos por medio de sensores o para enviar datos a través de internet para ser mostrados en el portal principal o en otra aplicación con la cual el portal sea capaz de establecer comunicación como lo hace con algunas redes sociales. La plataforma tiene una versión gratuita que permite configurar tres dispositivos y dos tableros de control que permite mostrar los datos en 10 tipos de pantalla diferentes (Manotas & Martinez,2018).

Figura 14

*Thinger.io*

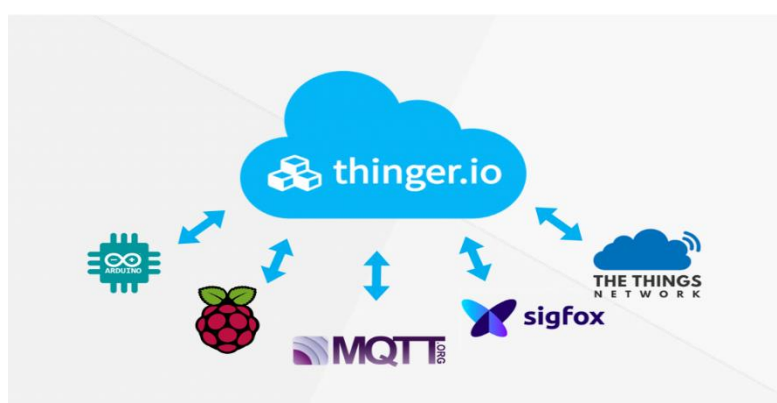


Imagen tomada de: <https://thinger.io/thinger-io-mqtt-broker/>

**8.2.3.4.2 ThingSpeak.** ThingSpeak es una plataforma abierta de aplicaciones, diseñada para permitir conectar personas con objetos. Se caracteriza por ser una plataforma Open Source con una API para almacenar y recuperar datos de los objetos

usando el protocolo HTTP sobre Internet o vía LAN (Local Area Network). Se trata de una plataforma basada en Ruby on Rails 3.0 (RoR), este es un framework de aplicaciones web de código abierto basado en Ruby, cuya arquitectura está basada en el Modelo Vista Controlador. Se caracteriza por su simplicidad a la hora de programar aplicaciones del mundo real, escribiendo menos código y con una configuración mucho más sencilla que otros frameworks. Otra de las características que hacen de RoR un framework perfecto para el desarrollo de aplicaciones es que permite el uso de meta programación, haciendo que su sintaxis sea más legible y llegue a un gran número de usuarios (Garrido, 2015).

Figura 15

*Thingspeak*

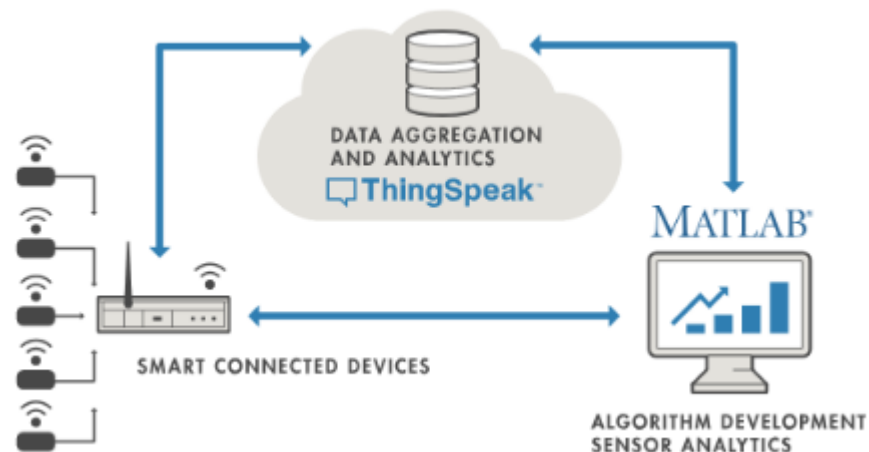


Imagen tomada de:

<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2018/11/23/thingspeak/>

**8.2.3.4.3 Watson IoT.** Watson IoT es una plataforma que te permite conectar sensores y dispositivos a través de la nube. Proporciona la capacidad de crear y utilizar la plataforma de forma personalizada adecuándose a la necesidad del usuario, ofreciendo un recurso adaptable, escalable y abierto. La plataforma permite al usuario construir, lanzar y gestionar las aplicaciones IoT y obtener soluciones rápidas y seguras. Además, permite adquirir y analizar datos de forma segura en tiempo real. También se puede gestionar el ciclo de vida de los datos para optimizar la utilización del almacenamiento y reducir los costes, manteniendo al mismo tiempo la flexibilidad (Martínez, 2019).



Figura 16  
Watson IoT

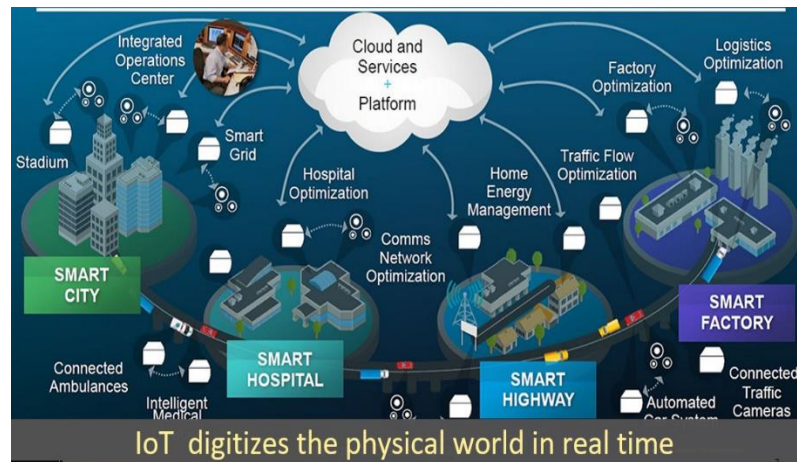


Imagen tomada de: <https://4.bp.blogspot.com/-aL1fZDoEvQ4/WE84ZoBV5QI/AAAAAAAAWUc/UQ9NgzurjU4qjDAHD1MuTT-b7APquIQCLcB/s1600/IBM%2BIoT.png>

**8.2.3.4.4 Amazon web services iot.** Es una plataforma que permite conectar diferentes dispositivos a la nube de Amazon Web Services. Además, desde esta plataforma se pueden crear interacciones entre los diferentes dispositivos conectados, procesar los datos recibidos y crear aplicaciones para interactuar con los dispositivos. AWS IoT facilita una integración con otros servicios de Amazon Web Services, entre ellos: AWS Lambda, Amazon Kinesis, Amazon S3, Amazon Machine Learning y Amazon DynamoDB, Amazon CloudWatch, AWS CloudTrail y Amazon Elasticsearch Service. De esta forma, se puede filtrar, transformar y utilizar los datos recibidos desde estos dispositivos para facilitar su uso desde las aplicaciones que los consumen (Martinez,2017).

Figura 17

*Amazon web services*

Imagen tomada de: [scnsoft.com/blog/aws-services-to-build-and-upscale-an-iiot-architecture](https://scnsoft.com/blog/aws-services-to-build-and-upscale-an-iiot-architecture)

**8.2.3.4.5 Xively-Cloud.** Xively es una plataforma IoT inteligente que ofrece un conjunto de servicios completamente administrado e integrado para conectar, administrar y almacenar datos a gran escala, así como de forma fácil y segura, mediante una red global de dispositivos. Por tanto, permite a los usuarios controlar sus sistemas desde cualquier lugar y en cualquier momento. Además, permite procesar, analizar y visualizar datos en tiempo real e implementar cambios operacionales, posibilitando crear metodologías más ágiles y rentables. Actualmente, Xively forma parte de la plataforma de nube de Google (Martínez, 2019).

Figura 18

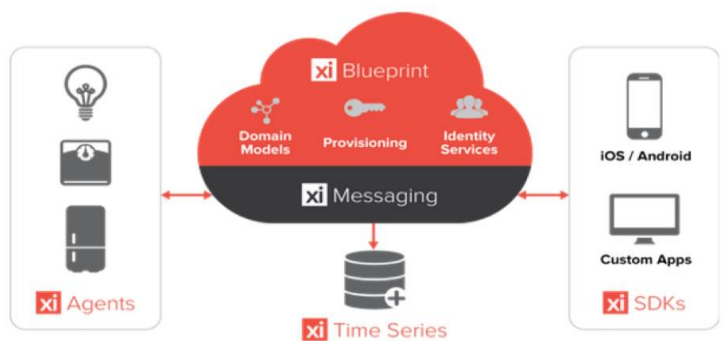
*Xively-Cloud*

Imagen tomada de: <https://staceyoniot.com/what-xively-brings-to-googles-iiot-toolbox-experience-customers-and-speed/>

### 8.3 Trabajos relacionados

En el proyecto (Chicaiza & Castro, 2015) se implementó una red de sensores que está conformada por dos nodos sensores para la monitorización de las variables físicas del suelo como la temperatura y humedad en un invernadero de la carrera de Ingeniería Agropecuaria del “IASA” mediante tecnología Sigfox. La red de sensores que se desplegó en el invernadero de horticultura permitió que las mediciones de las variables físicas sean recolectadas y almacenadas en una base de datos por medio de Callbacks, además, sean visualizadas en una aplicación móvil y una página Web, a través de una red conectada al Internet.

El trabajo (Sánchez, 2020) pretende abordar el diseño electrónico de un registrador de datos compacto, de pequeño tamaño y muy bajo consumo que pueda ser utilizado en entornos de ciudad inteligente. Para ello, debe registrar una variable analógica y almacenarla hasta el momento de comunicación con la plataforma IoT. Para mantener el bajo consumo se diseñará con un procesador de bajo consumo y con un modem SigFox, que permite una baja tasa de bits y un número limitado de paquetes. El objetivo es mantener el equipo operativo sin cambios de baterías en más de un año. Finalmente, se pretende alcanzar una solución de bajo coste que permita realizar miles de instalaciones económicamente viables en redes de suministro de agua en la ciudad

El documento (Rodríguez & Martínez), describe el desarrollo de sistema de medición de condiciones ambientales tales como humedad y temperatura que se pueda aplicar en espacios de almacenamiento que requieran de un constante monitoreo de dichos factores tales como cavas, bodegas, cuartos fríos, entre otros. El sistema de medición se divide en diferentes etapas entre las cuales se destaca la adquisición de datos mediante el uso un sensor y un sistema embebido, la preparación y envío de los mismos, y la recepción, migración y procesamiento de la información para la visualización por parte del usuario final. Dicho proyecto toma como punto de partida la aplicación de tecnología de Internet of Things (IoT) mediante dispositivos Sigfox para la recepción, adecuación, tratamiento y visualización de información captada, todo esto con el fin de ser una innovadora propuesta para la medición, análisis y control especialmente de parámetros ambientales dentro de la industria.

## 9. Diseño metodológico

### 9.1. Métodos de investigación

#### 9.1.1 Método hermenéutico.

La hermenéutica de F. Schleiermacher, exponente de la hermenéutica romántica, puede considerarse como el paradigma de toda una tradición, que se ha mantenido viva hasta nuestros días, y como la vía de acceso a una generalización filosófica del Verstehen y a la universalización de la hermenéutica como dimensión fundamental de la filosofía. Este artículo trata de explicar la radicalización de los planteamientos de Schleiermacher y su dimensión epistemológica fundada en la idea de hermenéutica como “reconstrucción”. El proceso de la comprensión se articula finalmente, en un problema sobre la relación de lenguaje y pensamiento (Guervós, 2017).

El método básico de toda ciencia es la observación de los datos o hechos y la interpretación (hermenéutica) de su significado. La observación y la interpretación son inseparables: resulta inconcebible que una se obtenga en total aislamiento de la otra. Toda ciencia trata de desarrollar técnicas especiales para efectuar observaciones sistemáticas y garantizar la interpretación. De esta forma, la credibilidad de los resultados de una investigación dependerá del nivel de precisión terminológica, de su rigor metodológico (adecuación del método al objeto), de la sistematización con que se presente todo el proceso y de la actitud crítica que la acompañe (Miguélez, 2002).

#### 9.1.2 Método fenomenológico.

Heidegger define el concepto de fenomenología en Ser y Tiempo como: lo que se muestra, sacar a la luz, hacer que algo se visible en sí mismo, poner a la luz. Ahora bien, lo que se puede mostrar, en sí mismo, por sí mismo, de diferentes maneras, según cual sea el modo de acceso a ello (León, 2009).

La fenomenología, como método, requiere del investigador que la asume el conocimiento de las bases y fundamentos que dan sentido a las acciones que él debe realizar para el abordaje de aquello que investiga. Partiendo de la fenomenología considerada como "sistema de la razón que se despliega", en esta ponencia se analizan los principios posibilitadores del método fenomenológico, los momentos lógicos que desde esta perspectiva atraviesa la actividad investigativa y los tipos de reducciones inherentes a dichos momentos. Sobre esta base se plantea, entonces, el vínculo entre

el curso de las etapas y pasos del método en cuestión y los procesos de pensamiento que primariamente se relacionan con las acciones que debe realizar el investigador de acuerdo a dichos momentos y a sus correspondientes reducciones (Leal, 2000).

### ***9.1.3 Método práctico proyectual.***

Bruno Munari (1975) afirma que “El método proyectual consiste en una serie de operaciones necesarias dispuestas en un orden lógico, y su finalidad es conseguir un máximo resultado con un mínimo esfuerzo.”.

Ya analizados los métodos de investigación iniciaremos hablando del hermenéutico el cual nos ayuda a realizar una indagación en diferentes medios bibliográficos como son libros, páginas web, artículos, Google académico, guías y tesis relacionadas, aportándonos ideas más claras y precisas relacionadas al tema investigado, para luego seleccionar y adquirir los componentes y materiales requeridos para su desarrollo.

Haciendo uso del método fenomenológico se logró evidenciar que los pequeños agricultores hacen un uso ineficiente y excesivo del agua desde muchos años atrás, por lo que se pretende diseñar e implementar un sistema de riego automatizado, el cual ayude significativamente a mejorar la producción adaptándose a las necesidades requeridas por los cultivos.

Practico proyectual, consiste en el diseño e implementación de un sistema de riego automatizado que favorezca al pequeño agricultor disminuyendo significativamente el uso de la mano de obra, aplicando el agua de manera más eficiente y uniforme, de tal manera que brinde una solución eficaz y cumpla con todos los objetivos propuestos

## **9.2 Técnicas de investigación**

### ***9.2.1 Investigación documental.***

Según Alfonso (1995) afirma que, “La investigación documental es un procedimiento científico, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema”.

La investigación documental se la pueda considerar, como una serie de métodos y técnicas de búsqueda, procesamiento y almacenamiento de la información contenida en documentos y la presentación sistemática, coherente y suficientemente argumentada de nueva información en un documento científico, de este modo, no debe entenderse ni agotarse la investigación documental como la simple búsqueda de documentos relativos a un tema (Tancara, 1993).

Esta técnica de investigación cualitativa se encarga de recopilar y seleccionar información proveniente de documentos, libros, revistas, grabaciones, filmaciones, periódicos, bibliografías, etc. Esta información ayuda a seleccionar de manera correcta los diferentes componentes y materiales necesarios para la implementación del sistema.

### ***9.2.2 Observación.***

Marshall y Rossman (1989) definen la observación como "la descripción sistemática de eventos, comportamientos y artefactos en el escenario social elegido para ser estudiado" (p.79).

La observación es la forma más sistematizada y lógica para el registro visual y verificable de lo que se pretende conocer; es decir, es captar de la manera más objetiva posible, lo que ocurre en el mundo real, ya sea para describirlo, analizarlo o explicarlo desde una perspectiva científica; a diferencia de lo que ocurre en el mundo empírico, en el cual el hombre en común utiliza el dato o la información observada de manera práctica para resolver problemas o satisfacer sus necesidades (Campos & Martínez, 2012).

Mediante esta técnica se pudo observar las falencias más comunes con las que cuentan las personas que se dedican a la actividad agrícola en pequeñas proporciones.

### ***9.2.3 Prueba y error.***

Ensayo y error es una metodología de obtención de conocimiento, reparación o solución de problemas en la cual se prueba una posibilidad y luego se comprueba si sirve o no, por lo que también es conocida como el método de prueba y error. En el caso de que el resultado no sea el esperado, se intenta con una nueva alternativa, y así, hasta obtener un resultado positivo(Online, 2018).

Se hace uso de esta técnica al momento de realizar la conexión de los circuitos electrónicos, diseño de la maqueta y sobre todo en la programación de su respectivo controlador. Cabe recalcar que se necesita conocimientos previos tanto el área de programación como circuitos para que, de esta manera, a cada problema que se presente dar con su solución y así lograr el resultado esperado de este sistema.

## 10. Propuesta de acción

La propuesta a continuación trata del monitoreo y automatización de un sistema de riego, haciendo uso de la tecnología Sigfox, mediante la cual se recibe datos de varios sensores que están conectados a la placa Ufox, para luego enviarlos a una plataforma IoT para su visualización. Los materiales para levantar el sistema se dividieron en dos grupos hardware y software los cuales se detallan a continuación necesarios se los dividió en dos grupos los cuales se detalla a continuación:

### 10.1. ThingSpeak.

Es una plataforma IoT, en el proyecto se la utiliza para recoger y almacenar datos provenientes de los sensores conectados al microcontrolador, es de uso libre da la posibilidad de acceder desde el aplicativo móvil o la web, cuenta con las características técnicas en la Tabla 1 necesarias para solventar la problemática.

**Tabla 1**

*Características ThingSpek*

Características	Funciona con
Recopilar datos en canales privados	SigFox
Comparte datos con canales públicos	Arduino
Api Restful y Mqtt	Internet de las Cosas
Programación de eventos	Módulo Wifi ESP8266
Alertas	Raspberry Pi
Integraciones de aplicaciones	LoraWAN

### 10.2. Librería Ufox.

Es la que permite trabajar con la tarjeta de conectividad sigfox y con ello el modem wisol de conectividad rc4 para América latina, con esta librería se podrá utilizar diferentes funciones que permitan el envío y recepción de datos a través de la red, para el uso de la librería se puede acceder a tal dirección <https://github.com/TECA-IOT/Ufox> y luego incluirla al IDE de Arduino.



### 10.3. Backend Sigfox.

Sigfox Back-End proporciona una interfaz de aplicación web para la gestión de dispositivos y la configuración de la integración de datos, así como API web basadas en estándares para automatizar la gestión de dispositivos e implementar la integración de datos. Las API se basan en solicitudes HTTPS REST, como GET o POST y el formato de carga útil es JSON(*Sigfox Back-End - Sigfox Networking Guide*, n.d.).

En el proyecto se hace uso del Backend de Sigfox para gestionar la información proveniente de los sensores, permite crear los callbacks para redireccionar la información a otras plataformas o servidores web, para solventar el proyecto se da la redirección de esto a la plataforma de ThigSpeak para visualizar los datos.

### 10.4. Ufox

Figura 19

*Placa de desarrollo ufox*



Imagen tomada de: <https://github.com/TECA-IOT/Ufox/blob/master/image/ufox%20antena.png>

Es una placa de desarrollo la cual está basada en arduino que es de código abierto, en el presente proyecto se utiliza ya que nuestro trabajo trata de redes 0G y ufox cuenta con grandes beneficios para que sea empleado en nuestra ciudad de Loja, este dispositivo lo ocuparemos para poder cargar toda la programación realizada tanto para sensores como los actuadores en el IDE de arduino y que a su vez enviará los

datos tomados por los sensores hacia una plataforma IoT para poder ser presentados al usuario, para realizar las correctas conexiones se puede dirigir a la Tabla 2 para no tener inconvenientes.

**Tabla 2**

*Datasheet de placa ufox*

Descripción	Unidad
Voltaje Mínimo Vin	3.7 Voltios
Voltaje Máximo Vin	9 voltios
Voltaje alimentación VCC	3.3 Voltios
Corriente máxima	1A
Antena helicoidal	3 DBi
Frec. Uplink	920.8 MHz
Frec. Downlink	922.3 MHz

### 10.5. Sensor DHT22

Figura 20

*Sensor de temperatura y humedad*



Imagen tomada de: [http://electr3s.com/589-thickbox\\_default/sensor-dht22-digital-de-temperatura-y-humedad.jpg](http://electr3s.com/589-thickbox_default/sensor-dht22-digital-de-temperatura-y-humedad.jpg)

Está basado en un termistor para medir la temperatura y un sensor interno capacitivo que permite captar la humedad, en el presente proyecto se utiliza para la toma de datos de las dos variables que existe en el ambiente circundante, se prefiere usar este componente porque su frecuencia y su precisión de medición son más elevadas que otros sensores similares. Para el correcto funcionamiento este contará con una programación en el IDE de Arduino, apoyándose de su librería la cual permite funcionar en su totalidad. Este sensor se ocupa para receptor datos del ambiente y presentarlos al usuario a través de la plataforma IoT a utilizar, para evitar o averiar el sensor nos basamos en las siguientes especificaciones técnicas para su correcto funcionamiento

**Tabla 3**

*Datasheet sensor DHT22*

Ítem	Descripción
Fuente de alimentación	3.3-6V DC
Señal de salida	Señal digital a través de bus único
Rango de funcionamiento	humedad 0-100% HR; temperatura -40 ~ 80Celsius
Precisión	humedad + -2% HR (Máx. + -5% HR); temperatura <+ - 0.5Celsius
Resolución o sensibilidad	humedad 0.1% HR; temperatura 0.1 Celsius
Repetibilidad	humedad + -1% HR; temperatura + -0.2 Celsius
Estabilidad a largo plazo	+ -0.5% HR / año
Período de detección Promedio	2s

## 10.6. Modulo relé

Figura 21

*Modulo rele*



Es un dispositivo que permite alternar los caminos que seguirá una corriente eléctrica en un circuito. Consiste en un pequeño electroimán que al mandarle un estímulo eléctrico se activará (Garcia,2017). Se decide utilizar este dispositivo en el presente proyecto por el motivo de que trabajaremos con una bomba de agua que necesita una alimentación mayor a 5V y la placa ufox no está en las condiciones de trabajar con ese tipo de voltajes por tal motivo el módulo rele nos brinda la facilidad de poder alimentarse con una entrada de 5V la cual la recibe de la placa de desarrollo para luego poder facilitar un voltaje de salida superior a lo que ingresa para poder realizar las conexiones nos ayudamos con las siguientes especificaciones técnicas.

**Tabla 4**

*Datasheet modulo rele*

Ítem	Descripción
señal de control	5VDC
Tipo de contacto	NC y NO
Máxima AC	10A 250VAC
Máximo DC:	10A 30VDC

## 10.7. Higrómetro fc-28

Figura 22

*Sensor de humedad de suelo*

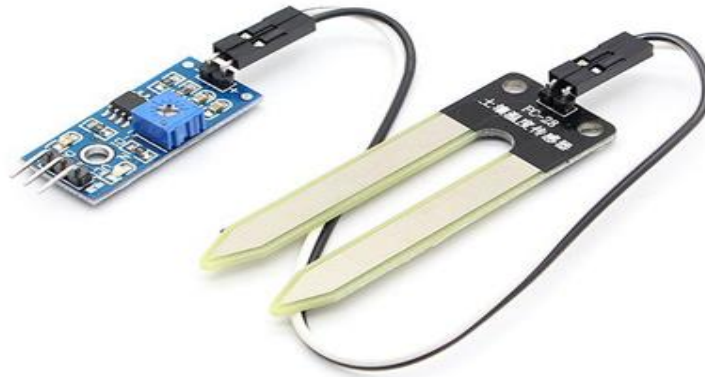


Imagen tomada de: <https://www.luisllamas.es/wp-content/uploads/2015/12/sensor-humedad-suelo-FC-28.png>

Un higrómetro de suelo FC-28 es un sensor que mide la humedad del suelo. Son ampliamente empleados en sistemas automáticos de riego para detectar cuando es necesario activar el sistema de bombeo (Llamas, 2019). se elige usar este tipo de sensor en este trabajo ya que es apropiado para realizar la recepción de datos referentes a la humedad del suelo y poder enviar esa información a la placa de desarrollo para que a través de su programación empleada pueda permitir activar o que se mantenga desactivado los actuadores que en este caso serán electroválvulas de agua, y de la misma manera los datos tomados sean presentados a los usuarios mediante la plataforma IoT

### 10.8. Sensor de lluvia fc-37

Figura 23

*Sensor de lluvia*

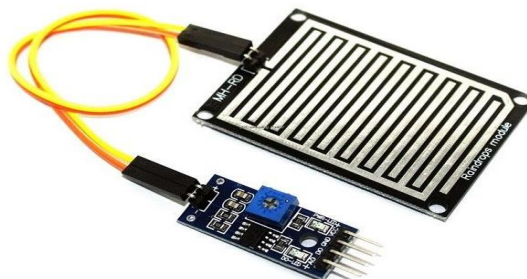


Imagen tomada de:

<https://sc01.alicdn.com/kf/HTB1wZOLSXXXXaMXFXXq6xXFXXXg.jpg>

Gracias a la ayuda de este sensor se podrá saber si está lloviendo o nevando ya que posee dos electrodos separados, que cuando llueva las gotas de agua cierran el circuito. Muestra una salida de 5 voltios en caso de nulidad de lluvia y 0 voltios cuando exista lluvia o nieve (Rodríguez, 2015). Se decide ocupar este tipo de sensor porque es de gran importancia para el presente proyecto ya que gracias a los datos que toma el sensor podremos saber si está lloviendo o no para que así de la misma manera los actuadores sean activados o desactivados.

### 10.8. Sensor uv ml8511

Figura 24

*Sensor UV*

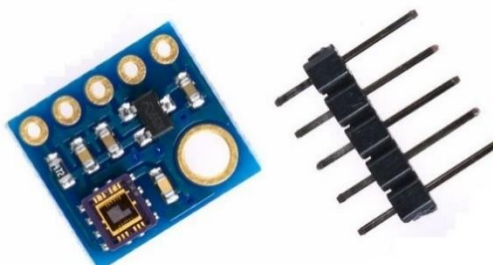


Imagen tomada de: <https://uelectronics.com/wp-content/uploads/AR1520-Gy-8511-MI8511-Sensor-De-Luz-Uv-Ultravioleta-V2-min.jpg>

Se elige usar este tipo de sensor porque es óptimo en lo que corresponde a la medición de rayos solares y para que el sistema de riego cumpla con la función de regar, es de gran importancia que lo realice en tiempo que los rayos solares sean adecuados y así no dañar el cultivo, y esto lo podemos hacer con la ayuda del sensor uv para poder realizar un testeo de los rayos uv y activar las electroválvulas para poder regar en buen momento

## 10.8. Electroválvula

Figura 25

*Electroválvula whirlpool*



Imagen tomada de: [https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/51zQ7%2B%2B5cKL.\\_AC\\_SX569\\_.jpg](https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/51zQ7%2B%2B5cKL._AC_SX569_.jpg)

Este modelo de electroválvula a utilizar en el presente proyecto realizara el trabajo de permitir o impedir el paso del líquido para el riego del cultivo, esta función la cumple gracias a los datos tomados por los sensores los cuales son enviados al ufox para que envié la señal de activar o desactivar el riego, las electroválvulas serán accionadas con la ayuda de modulo relee ya que la energía que es emitida por la placa ufox no es suficientemente para poder ser activada y se necesitaría de un voltaje mayor es decir de 110V para su correcto funcionamiento.

## **11. Desarrollo de la propuesta.**

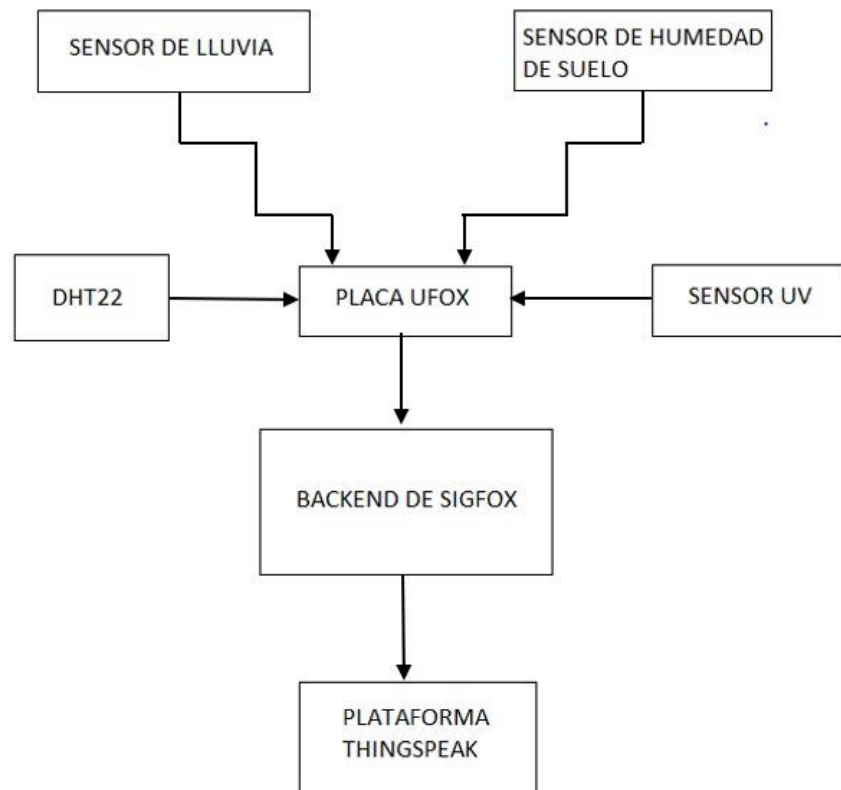
En este apartado se presenta los pasos a seguir para poder cumplir con los objetivos propuestos en el inicio de la investigación, esta sección contiene los elementos físicos como plataformas digitales empleadas.

### **11.1. Arquitectura del Sistema**

En la Figura 24 se muestra los diferentes elementos empleados en el sistema, la dirección de las flechas se torna conforme a donde llegan los datos tomados por cada uno de los componentes tanto en hardware como software. El elemento principal en este caso es el backend de sigfox ya que es el encargado de procesar cada mensaje que llega para poder ser mostrado al usuario mediante la plataforma de ThingSpeak, el DHT22 enviara los datos tomados referente a la temperatura y humedad ambiente, el sensor YL-83 es el encargado de enviar información sobre si hay o no presencia de agua sobre el sensor, es decir enviara un uno lógico cuando no haya presencia de lluvia y un cero lógico cuando exista presencia de la misma, el sensor de humedad de suelo cumple con la función de enviar los datos tomados del suelo es decir envía un voltaje alto cuando el suelo este seco y un voltaje bajo cuando el suelo este húmedo y el sensor Uv realiza la medición de rayos ultravioleta en este caso enviara los datos tomados por el sensor, cada mensaje enviado por cada uno de los sensores serán alojados por la placa Ufox.



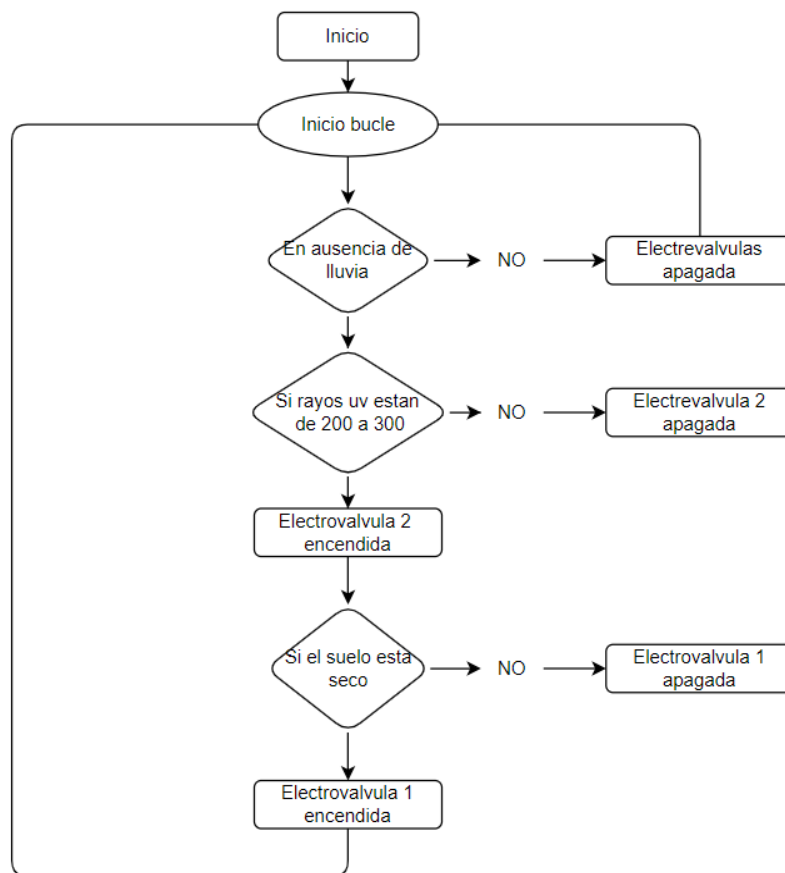
Figura 26

*Arquitectura del sistema***11.2. Diagrama de Flujo**

En la figura 27 se presenta el diagrama de flujo a utilizar para la programación del sistema. El flujograma se forma con un inicio de la programación para luego entrar a un bucle el cual será uno repetitivo, continua con la toma de datos por el sensor de lluvia en donde se muestra que si hay presencia de lluvia las electroválvulas permanecerán apagadas o si hay ausencia de lluvia se procede a la lectura de la siguiente variable que es la de rayos uv, aquí se informa que si se encuentra en un rango de 200 a 300 el actuador uno será encendido de lo contrario permanecerá desactivado y por último se lectura el estado de suelo donde comprende que si el suelo está en estado seco se decide realizar la activación de la electroválvula dos o si el terreno del cultivo se encuentra húmedo el mismo actuador estará en estado desactivado.

Figura 27

Diagrama de flujo



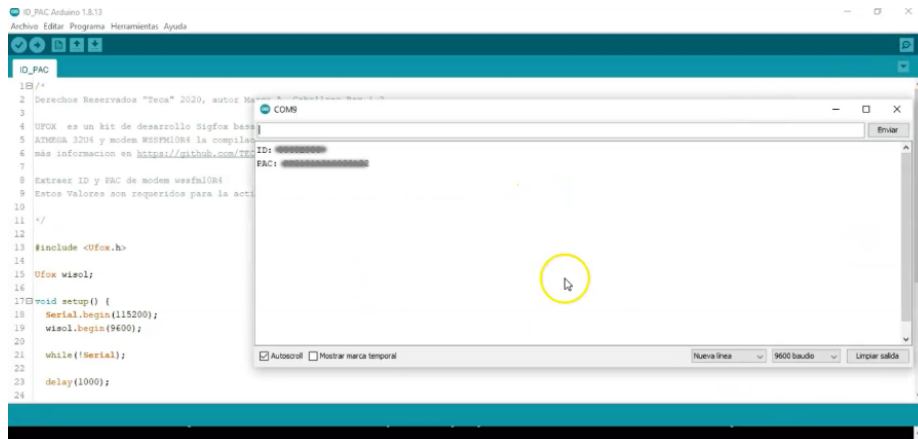
### 11.3 Registro de la Tarjeta Ufox

Para registrar la tarjeta se debe seguir los siguientes pasos:

Paso1. Descargo e instalo Arduino IDE, me dirijo al apartado ejemplos y cargo a la tarjeta el código denominado "ID\_PAC" para obtener los datos necesarios a utilizar posteriormente, luego abro el monitor serial donde se muestra los datos solicitados tal como se presenta en la Figura 26.

Figura 28

## Información ID\_PAC



Paso 2. Me dirijo al sitio web “buy.sigfox.com/activate” luego a “Activate my DevKit”, en este apartado selecciono mi país e ingreso los datos obtenidos en el paso 1 “ID\_PAC”, además podemos seleccionar el objetivo de nuestro proyecto en este caso “Estudiante”, y por último doy al botón siguiente para continuar. En la Figura 27 se muestra la configuración descrita.

Figura 29

## Activación de la tarjeta

sigfox comprar

Iniciar sesión con Sigfox Id

Proporcione los detalles de su DevKit para identificación

ID de dispositivo \*

0040ECFC

Hasta 8 números y letras (de la A a la F)

PAC \*

6DEB438BD3D93E43

Exactamente 16 números y letras (de la A a la F)

Háblanos de tu proyecto

Objeto de su proyecto \*

Estudiante

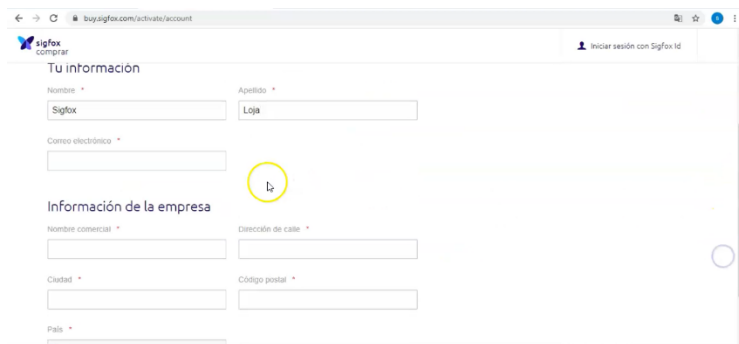
Descripción \*

El código de autorización de portabilidad (PAC) es un código de una sola vez, que demuestra la propiedad de un dispositivo (título de propiedad), que debe haber sido proporcionado por el proveedor de su DevKit.

Paso 3. En este paso relleno los campos con mi información personal como: Nombre y apellido, correo electrónico y datos de la empresa. En la Figura 28 se muestra este paso.

Figura 30

*Datos para la activación*

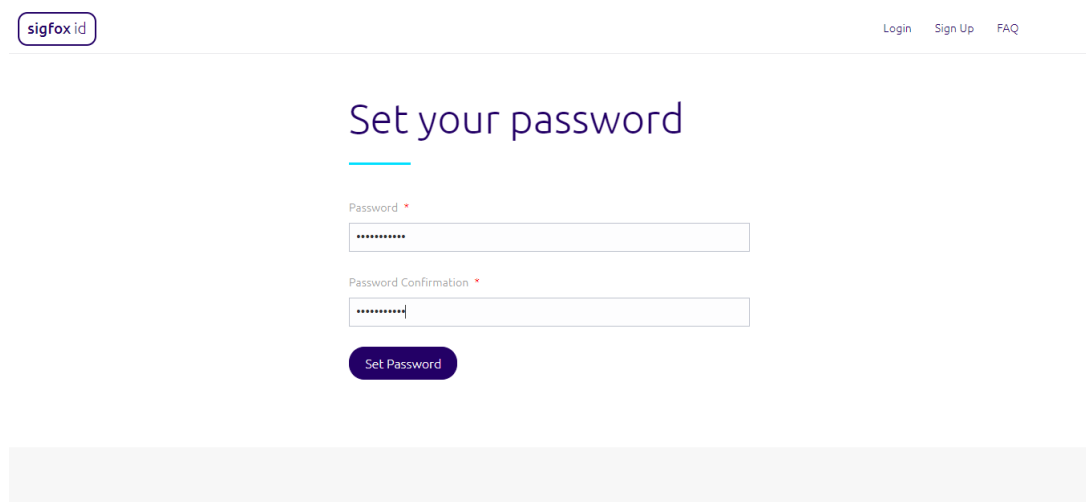


The screenshot shows a web browser window with the URL 'buy.sigfox.com/activate/account'. The page is titled 'Tu información' and contains several form fields for user and company details. The fields are: 'Nombre' (with 'Sigfox' entered), 'Apellido' (with 'Loja' entered), 'Correo electrónico', 'Información de la empresa' (with sub-fields for 'Nombre comercial', 'Dirección de calle', 'Ciudad', 'Código postal', and 'País'). A yellow circle highlights the 'Correo electrónico' field. The Sigfox logo and 'Comprar' text are visible in the top left, and a 'Iniciar sesión con Sigfox Id' link is in the top right.

Paso 4. Finalmente me dirijo a la bandeja de entrada del correo electrónico ingresado en el paso anterior y abro el mensaje enviado por parte de Sigfox Id, el mismo que me redirige a un sitio web donde establezco la contraseña requerida para el inicio de sesión. En la Figura 29 se muestra este paso.

Figura 31

*Contraseña de ingreso a backend*



The screenshot shows the 'Set your password' page on the sigfox.id website. The page has a header with the sigfox.id logo and links for 'Login', 'Sign Up', and 'FAQ'. The main heading is 'Set your password'. Below the heading are two input fields: 'Password' and 'Password Confirmation', both containing masked characters. A 'Set Password' button is located below the fields. The page is otherwise blank.

#### 11.4. Creación de canal en ThingSpeak

En esta sección será donde se almacena los datos de cada una de las variables programadas para cada sensor. Para empezar a utilizar esta plataforma se inicia con la creación de una cuenta con un correo electrónico. Luego se crea un nuevo canal donde se ubica las variables que van a ser visualizadas según la programación realizada en el Arduino IDE como se muestra en la Figura 32

Figura 32

## Creación de canal ThingSpeak

Una vez realizada la creación del canal se obtendrá una clave API así como se presenta en la Figura... la cual servirá de gran importancia para poder recibir toda la información de cada una de las variables. Para esto utilizaremos la clave de Write API Key la cual se usa para escribir datos en un canal.

Figura 33

## Información de API Key

## 11.5. Configuración Back-end Sigfox

En este apartado se ingresa con el correo y contraseña inscritas en la parte de suscripción de la placa. Se continua con realizar callback, esto se lo realiza ingresando en el tipo de dispositivo en este caso TECA-Peru\_DevKit\_1 luego en devolución de llamada(callbacks) en motivo de empezar de cero se realiza una nueva, con devolución de llamada personalizada (custom callback), esto ayuda a crear una comunicación desde la nube Sigfox a nuestro propio servidor, en el presente proyecto será destinado a ThingSpeak. Para que se pueda realizar el envío de los datos de cada uno de los sensores se tiene que realizar una configuración de parámetros a enviar a la plataforma iot tal como se muestra en la Figura 28. Para la sincronización del backend con la plataforma configuramos los datos como tipo “DATA”, “UPLINK” el canal será por “URL”. Escribimos el payload ya configurado en el código de Arduino IDE con cada una de las variables a presentar en el servidor. Para obtener el Url pattern hay que dirigirse a la documentación de ThingSpeak

Figura 34

### Configuración CALLBACKS

The screenshot displays the Sigfox web interface for configuring a new callback for a device. The interface is in Spanish and shows the following configuration options:

- Device type:** TECA-Peru\_DevKit\_1 - Callback new
- Callbacks section:**
  - Type:** Selectable dropdown with options DATA and UPLINK.
  - Channel:** Selectable dropdown with option URL.
  - Custom payload config:** A text input field with a help icon.
  - URL syntax:** `http://host/path?id={device}&time={time}&key1={var1}&key2={var2}...`
  - Available variables:** device, time, data, seqNumber, deviceTypeId
  - Custom variables:** A text input field.
  - Url pattern:** A text input field.
  - Use HTTP Method:** Selectable dropdown with option GET.
  - Send SNI:** A checked checkbox with the label "(Server Name Indication) for SSL/TLS connections".
  - Headers:** A table with columns for header and value.
- Buttons:** Ok and Cancel buttons at the bottom.

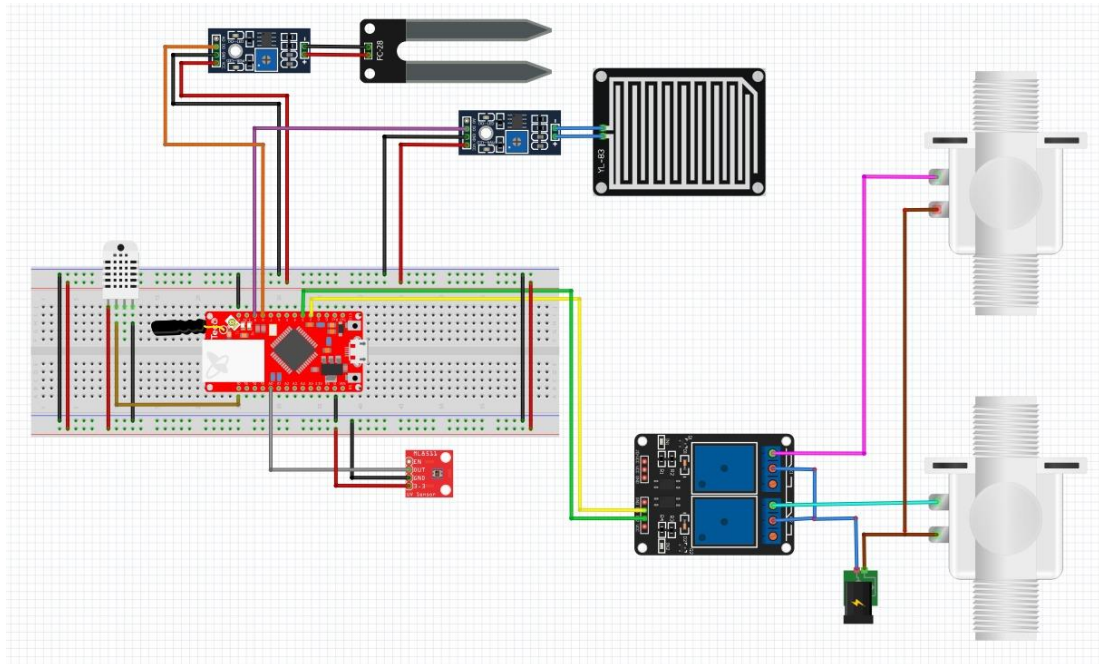
## 11.6. Diagrama Electrónico

En la Figura 26 se presentan todos los componentes a utilizar en las conexiones electrónicas del sistema, siendo así la placa Ufox el principal elemento, quien recibirá los datos tomados por cada uno de los sensores para luego poder accionar a los actuadores dependiendo de la condición que tengan colocada en la programación

realizada en el Arduino IDE. Cabe recalcar para que se pueda cumplir el riego correctamente las electroválvulas necesitaran ser abastecidas con un voltaje de 110V, por ello se necesita la ayuda de los módulos relees ya que la placa no proporciona la energía necesaria para ser puesto en marcha el riego.

Figura 35

*Diagrama electrónico*



### 11.7. Pruebas de Funcionamiento

Las pruebas se realizaron en una parcela con sembríos de lechuga y rábano, para cumplir con el riego de estos cultivos se realiza de dos maneras el rábano se realiza el riego por aspersión y el sembrío de lechuga mediante goteo.

Para corroborar la toma de datos de los sensores se hace la conexión de todo el circuito eléctrico con una alimentación de 5V excepto para los relés ya que ellos trabajan con un voltaje superior a 5V, se carga el código con el payload realizado en arduino IDE en la placa de desarrollo, ya cargado el programa podemos observar en el monitor serial de la plataforma arduino la información tomada por cada uno de los sensores, en este trabajo presentara datos como temperatura y humedad del ambiente esta información es enviada por el sensor DHT22, la humedad de suelo es tomada por el higrómetro fc-28, la información de los rayos uv y la presencia o no de lluvia.

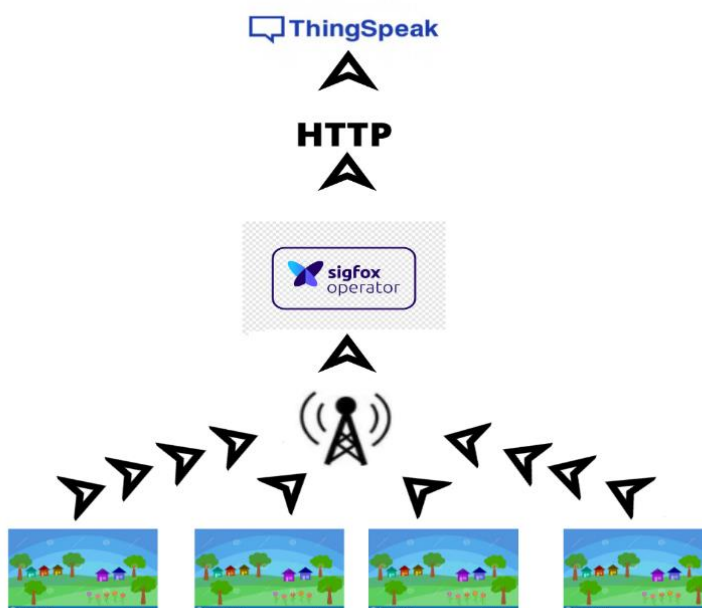
Una vez ya vista esta información en el monitor serial se procede a observar el backend de sigfox para la comprobación de envío de datos para que el usuario pueda visualizar en la plataforma thingSpeak

### 11.8. conexión de plataformas esquema

En la Figura 36 se puede visualizar el esquema de conexión que tiene un comienzo con implementación de los sistemas de riego los cuales hacen los envíos de los datos hasta una central que en este caso es el backend de sigfox mediante la red con nombre similar una vez llegado los datos son dirigidos a una plataforma IOT, para el presente proyecto se hace uso de ThingSpeak

Figura 36

*Comunicación backend con thingSpeak*



### 11.9. Resultados Obtenidos

Los resultados obtenidos una vez ya implementado el prototipo son satisfactorios responden de manera correcta a los objetivos planteados dentro del proyecto de titulación. En la tabla 5 se muestran más detalles de los resultados.



**Tabla 5***Resultados obtenidos*

Eficiencia del sistema	100%
Muestras de datos en Backend de Sigfox	95%
Muestra de datos ThingSpeak	100%
Total	98%

**11.10. Evaluación de resultados**

En base a los resultados obtenidos finiquito que el sistema es muy confiable y recomendable implementarlo en cualquier sector agrícola que disponga de cobertura de la red 0G y obviamente el presupuesto requerido para llevarlo a cabo. También cabe mencionar en este apartado, que se presentó un problema el cual consiste que las plantas no crecieron de manera uniforme por toda el área sembrada debido a la carencia de conocimientos del sector agrónomo ya que nos dimos cuenta que el terreno era muy árido y no poseía nutrientes y minerales necesarios para su correcto desarrollo, más bien no era un inconveniente del sistema instalado.

## 12. Conclusiones

En base a las pruebas realizadas se pudo obtener un sistema de riego satisfactorio que cumpla con buena gestión y administración de agua en los cultivos.

Gracias a fuentes bibliográficas confiables se pudo obtener información necesaria para el desarrollo y posteriormente la implementación del prototipo el cual solventa la problemática propuesta.

Con el diseño de este sistema de riego automatizado se mejora significativamente la producción ya que este suministra el recurso hídrico en el momento más oportuno y de esta manera ahorramos tiempo de cuidado y mano de obra.

Con la implementación del sistema de riego se concluye que la red sigfox o tecnología 0G, es de gran beneficio para proyectos relacionados al sector agrícola por el gran alcance que ofrece y su facilidad de programación.

Gracias a las pruebas de funcionamiento se pudo realizar un monitoreo en tiempo real de los datos empleados en el sistema de riego mediante la plataforma ThingSpeak.

### **13. Recomendaciones.**

Realizar simulación del circuito antes de ser implementado, para poder comprobar su funcionamiento y de esa manera corregir posibles errores.

Para la obtención de una excelente información se recomienda indagar en fuentes confiables en donde se muestre datos verídicos de lo que se requiere saber.

Para un buen funcionamiento del sistema tener en cuenta la vida útil de cada uno de los sensores ya que estarán expuestos al exterior y esto disminuiría su funcionamiento, como lo es el caso del sensor higrómetro cuya vida útil del electrodo sumergido es de 3 a 6 meses.

Realizar un testeo de la red sigfox para la colocación del sistema en tiempo real para poder cumplir con un buen envío de datos hasta el Backend de Sigfox.

Para el uso de la plataforma ThingSpeak tener en cuenta que, si se utiliza una cantidad mayor a 4 canales para observar cada variable, ya no será posible utilizar una versión gratuita.

## 14. Bibliografía

- Martínez Cortijo, F. J. y Martínez Cortijo, F. J. (2014). Introducción al riego. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.  
<https://elibro.net/es/lc/sudamericanoloja/titulos/57382>
- Padilla, J. E. M. (2018). Sistema de Monitoreo y Control de Variables del Entorno Doméstico Orientado a IoT.
- Angeles-Angeles , F. (2019). Sensor. *Con-Ciencia Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No. 3*, 6(12), 21-22. Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa3/article/view/4219>
- Corona Ramírez, L. G. Abarca Jiménez, G. S. y Mares Carreño, J. (2016). Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino. México, Mexico: Grupo Editorial Patria. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/sudamericanoloja/39464?page=291>.
- Saud Toledo. 2012. Diseño de un sistema de riego por goteo para cultivos en zonas con escasas de agua (en línea). Tesis Ing. Civ. Quito, Ecuador, USFQ. Consultado 02 mayo. 2018. Disponible en <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1450/1/104385.pdf>
- Santos, L. (2010). El riego y sus tecnologías. Editora Europa - América.
- Solórzano Vélez, E; Vega Pilozo, M; Defaz Álava, G; Solórzano Vélez, M. 2015. Implementación de un sistema de riego por aspersion para uso agrícola, ubicado en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Agrícola en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana. Tesis Ing. Agr. Manabí, Ecuador, UTM. Consultado 02 may. 2018. Disponible en <http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/94/1/Implementacion%20>
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2014. Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego: Métodos de riego: fundamentos, usos y adaptaciones. Demin, P. Catamarca - La Rioja, Argentina. 24 p. ISBN: 978-987-521-512-2
- Teca. (2021). UFOX | TECA. <https://www.teca.pe/pagina-del-producto/ufox-1>
- Ramos Ramos, MP; Báez Rivera, DF. 2013. Diseño y construcción de un sistema de riego por aspersion en una parcela demostrativa en el cantón Cevallos. Tesis Ing.

Man. Riobamba, Ecuador, ESPOCH. Consultado 03 may. 2018. Disponible en <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2677/1/25T00208.pdf>

Anonimo. (28 de octubre de 2018). my ABCM. Obtenido de <https://www.myabcm.com/es/blog-post/tecnologias-emergentes/>

Viera Betancor, C. S. (2019). Implementación de una pasarela para la interconexión de dispositivos BLE mediante tecnología LoRa (Bachelor's thesis).

Flores Banchon, C. Y., & Maza Pacheco, J. C. (2019). Diseño de una red inalámbrica de monitoreo de co2 basado en la tecnología sigfox (Bachelor's thesis, Espol).

Díaz Molano, I. A. Red de sensores intercomunicados bidireccionalmente usando tecnología sigfox.

Brunete et al. (2020). *2.2 Actuadores eléctricos / Introducción a la Automática*. [https://bookdown.org/alberto\\_brunete/intro\\_automatica/actuadoreselectricos.html](https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/actuadoreselectricos.html)

Chicaiza, P., Damian, S., & Castro Carrera, A. F. Evaluación del desempeño de una red de sensores para la monitorización de variables físicas del suelo en un invernadero mediante tecnología Sigfox.

Sánchez Vicedo, J. R. (2020). Diseño de un registrador compacto basado en tecnología de ultra bajo consumo y comunicaciones SigFOX para Internet de las Cosas (IoT) con aplicación en proyectos de Ciudades Inteligentes.

Vejlgaard, B., Lauridsen, M., Nguyen, H. C., Kovács, I., Mogensen, P. E., & Sørensen, M. (2017). Coverage and Capacity Analysis of Sigfox, LoRa, GPRS, and NB-IoT. In 2017 IEEE 85th Vehicular Technology Conference (VTC Spring) IEEE. I E E V T S Vehicular Technology Conference. Proceedings <https://doi.org/10.1109/VTCSpring.2017.8108666>

MANOTAS CAMPOS, Jessica Julieth, et al. Exploración de las plataformas IOT en el mercado para fomentar el conocimiento, buen uso y efectividad de los dispositivos IOT creados en la facultad de ingeniería y ciencias básicas de la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano. 2018.

Martínez Moreno, F. J. (2019). Diseño e implementación de un sistema de alarma IoT basada en tecnologías Open Source.

- Martinez Jacobso, R. (2017). *Comparativa y estudio de plataformas IoT* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Loureiro Garrido, R. (2015) Estudio Plataformas IoT.
- Miguélez, M. (2002). Hermenéutica y análisis del discurso como método de investigación social. *Paradigma*, 23(1), 1-13.
- León, E. A. (2009). El giro hermenéutico de la fenomenológica en Martín Heidegger. *Polis. Revista Latinoamericana*, (22).
- Leal, N. (2000). El método fenomenológico: principios, momentos y reducciones. *Revista Electrónica de Investigación Científica, Humanística y Tecnológica*, 1(5), 52-60.
- Tancara, C. (1993). La investigación documental. *Temas sociales*, (17), 91-106.
- Kawulich, B. B. (2005). La observación participante como método de recolección de datos.
- Morales, O. (2003). Fundamentos de la investigación documental y la monografía. Manual para la elaboración y presentación de la monografía. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes.
- Campos, G., & Martínez, N. E. L. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai*, 7(13), 45-60.
- Brunete et al. (2020). 2.2 *Actuadores eléctricos / Introducción a la Automática*.
- Cárdenas, G. G., Arboleda, U. S., Andrés, F., & Gómez, S. (2013). *Diseño e implementación de una Tarjeta de Desarrollo con profundización en desarrollo de aplicación de Touch Sensing*. 1–10.
- Martínez Cortijo, F. J. (2014). *Introducción al riego*. Editorial Universitat Politècnica de València.
- Online, E. (2018). *Ensayo y error - Qué es, Definición y Concepto*.
- Raza, A., Ikram, A. A., Amin, A., & Ikram, A. J. (2016). A review of low cost and power efficient development boards for IoT applications. *2016 Future Technologies Conference (FTC)*, 786–790.
- Rubio, A. (2020, July). *Actuadores eléctricos y sus funciones principales - Instrumentación Digital*.
- Tancara, C. (1993). La investigación documental. *Temas Sociales*, 17, 91–106.

- Mora Magallanes, H. V., & Rosas Pari, J. L. (2019). Diseño, desarrollo e implementación de una red de sensores inalámbricos (WSN) para el control, monitoreo y toma de decisiones aplicado en la agricultura de precisión basado en internet de las cosas (IOT).—Caso de estudio cultivo de frijol.
- Aguilar, L. A. (2004). *La hermenéutica filosófica de Gadamer*.
- Alexandres Fernández, S., Rodríguez-Morcillo García, C., & Muñoz Frías, J. D. (2006). *RFID: La tecnología de identificación por radiofrecuencia*.
- Arduino.cl. (2020). *Arduino.cl*. <https://arduino.cl/que-es-arduino/>
- Areny, R. P. (2005). *Sensores y Acondicionadores de Señal 4a*. Marcombo.
- Barrientos, A., Peñin, L. F., Balaguer, C., & Aracil, R. (1997). Fundamentos de Robotica. In *McGraw-Hill* (p. 172). <https://doi.org/10.1109/PES.2004.1373159>
- Brunete et al. (2020). 2.2 *Actuadores eléctricos | Introducción a la Automática*. [https://bookdown.org/alberto\\_brunete/intro\\_automatica/actuadoreselectricos.html](https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/actuadoreselectricos.html)
- Campos, G., & Martínez, N. E. L. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai*, 7(13), 45–60. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3979972>
- Cárdenas, G. G., Arboleda, U. S., Andrés, F., & Gómez, S. (2013). *Diseño e implementación de una Tarjeta de Desarrollo con profundización en desarrollo de aplicación de Touch Sensing*. 1–10. <http://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP157.pdf>
- Castillo, J. C. M. (2017). *El diodo (Electrónica)*. Editex.
- COE. (2020). *Resoluciones COE Nacional 14 de marzo 2020 – Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias*. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/resoluciones-coe-nacional-14-de-marzo-2020/>
- Cruz, M. P., Santos, E., Cervantes, M. A. V., & Juárez, M. L. (2020). COVID-19, una emergencia de salud pública mundial. *Revista Clínica Española*.
- Fitbit. (2020). *Sitio oficial de Fitbit para smartwatches, pulseras de actividad, monitores deportivos y mucho más*. <https://www.fitbit.com/es/home>
- Huerta, H. V., Vásquez, A. C., Solís, R. M., Maquera, W., & Namisato, T. A. (2010). Sistema inteligente para medir volumen de líquidos utilizando sensores de ultrasonido. *Revista de Investigación de Sistemas e Informática*, 7(1), 17–25.
- Instituto Superior Tecnológico Sudamericano. (2013, February 13). *Instituto Superior Tecnológico Sudamericano*. <https://tecnologicosudamericano.edu.ec/>
- Libelium. (2020). *Libelium - Conectando sensores a la nube*. <http://www.libelium.com/>
- Llamas, L. (2016, August 6). *Tipos de motores rotativos para proyectos de Arduino*. <https://www.luisllamas.es/tipos-motores-rotativos-proyectos-arduino/>
- Milovich, S. (2009, December 3). *Elementos de sistemas de control*:

*ACTUADORES: SERVOMOTORES.*

<http://elementosdesistemasdecontrol.blogspot.com/2009/12/actuadores-servomotores.html>

- MSP. (2020, June). *Coronavirus COVID 19 – Ministerio de Salud Pública*.  
<https://www.salud.gob.ec/coronavirus-covid-19/>
- NodeMcu. (2020). *NodeMcu: firmware de código abierto basado en ESP8266 wifi-soc*. [https://www.nodemcu.com/index\\_en.html#fr\\_54745c8bd775ef4b99000011](https://www.nodemcu.com/index_en.html#fr_54745c8bd775ef4b99000011)
- Olmeda Oter, O. (2006). *Trabajo de Microrrobots: Sensores de medida por contacto*. 13.  
<http://www.alcabot.com/alcabot/seminario2006/Trabajos/OlgaOlmedaOter.pdf>
- OMS. (2020). *Organización Mundial de la Salud*. <https://www.who.int/es>
- Ortiz, S. (2017, February 17). *Prueba y error - entreParéntesis*.  
<http://entreparesis.org/prueba-y-error/>
- Padovani, F. A., McMains, T. H., & Rowlette, M. R. (1994). *Temperature sensor*. Google Patents.
- Polit, E. S., & Manab, C. A. D. E. (2015). *INFORMÁTICA TEMA : CONTROL DE ACCESO POR MEDIO DE CÁMARAS Y SENSORES EN LA EMPRESA MELPROYECT DE LA CIUDAD PORTOVIEJO AUTORES : MIGUEL ANGEL QUIROZ VERA TUTOR : MS . GUSTAVO GABRIEL MOLINA GARZÓN*.  
<http://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/336/1/TC82.pdf>
- Raspberry Pi. (2020). *Raspberry Pi*. <https://raspberrypi.cl/que-es-raspberry/>
- Raza, A., Ikram, A. A., Amin, A., & Ikram, A. J. (2016). A review of low cost and power efficient development boards for IoT applications. *2016 Future Technologies Conference (FTC)*, 786–790.
- Romware. (2020). *NUEVO: Solución COVID-19 - Romware*.  
<https://romware.com/covid-radius/>
- Rothan, H. A., & Byrareddy, S. N. (2020). The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. *Journal of Autoimmunity*, 102433.
- Rubio, A. (2020, July 2). *Actuadores eléctricos y sus funciones principales - Instrumentación Digital*. <https://www.instrumentaciondigital.es/actuadores-electricos-y-sus-funciones/>
- Schüll, N. D. (2016). Data for life: Wearable technology and the design of self-care. *BioSocieties*, 11(3), 317–333.
- Serna, A., Ros, F., & Rico, J. C. (2010). *Guía práctica de sensores*. Creaciones Copyright SL.
- Skorup, B., & Haaland, C. (2020). How Drones Can Help Fight the Coronavirus. *Mercatus Center Research Paper Series, Special Edition Policy Brief (2020)*.
- Solano, Mc. (2006). Fenomenología-hermenéutica y enfermería. *Cultura de Los Cuidados, Año X, Nº 19, 1er Semestre 2006; Pp. 5-6*.  
[https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/961/1/culturacuidados\\_19\\_01.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/961/1/culturacuidados_19_01.pdf)



- STMicroelectronics. (2020). *Placas de desarrollo STM32 Nucleo - STMicroelectronics*. <https://www.st.com/en/ecosystems/stm32-nucleo.html>
- Tancara, C. (1993). La investigación documental. *Temas Sociales*, 17, 91–106. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S0040-29151993000100008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S0040-29151993000100008&script=sci_arttext)
- Technology, M. (2020). *AVR DA / Microchip Technology*. <https://www.microchip.com/design-centers/8-bit/avr-mcus/device-selection/avr-da>
- Ting, D. S. W., Carin, L., Dzau, V., & Wong, T. Y. (2020). Digital technology and COVID-19. *Nature Medicine*, 26(4), 459–461.
- Universidad Johns Hopkins. (2020). *Mapa COVID-19 - Centro de recursos de coronavirus Johns Hopkins*. <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- Varela-Aldás, J. L. (2020). Impresión 3D y COVID-19. *CienciAmérica*, 9(2), 51–57.
- Vargas, H. (2018, October 19). *Buzzer piezoeléctrico - Código IoT*. <https://www.codigoiot.com/base-de-conocimiento/buzzer-piezoelectrico/>
- Vázquez, A., Ramos, F., Rodríguez, R., Gutiérrez, I., & Oliver, A. (2015, October). *Robótica educativa*. <https://elibro.net/es/ereader/sudamericanoloja/106572?page=77>
- Whittington, R. H., Muessig, D., Reddy, R., Mohammad, A., Mitchell, K., Brumbaugh, J., & Hayes, D. (2020). Temperature Monitoring with an Implantable Loop Recorder in a Patient with Presumed COVID-19. *HeartRhythm Case Reports*.

## 15. Anexos

### 15.1. Certificado de aprobación.

VICERRECTORADO ACADÉMICO



Loja, 03 de octubre del 2020

Of. N° 132-VIC-ISTS

Sr. Robles Macas Jairo Alexander

Sr. Naula Rodas Cristian Aaron

**ESTUDIANTES 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 **“DESARROLLO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EVITAR EL CONTAGIO MASIVO DEL COVID-19 EN LA CIUDAD DE LOJA, EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2020 ”**, 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**

## 15.2. Autorización para la ejecución



INSTITUTO TECNOLÓGICO  
**SUDAMERICANO**  
*Hacemos gente de talento!*



**ELECTRÓNICA**  
TECNOLOGÍA SUPERIOR

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 Jairo Alexander Robles Macas con cedula de identidad Nro. 1105645061 y a Cristian Aaron Naula Rodas con cedula identidad Nro. 1105231706, 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 RIEGO AUTOMÁTICO BASADO EN TECNOLOGÍAS EMERGENTES 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

### 15.3. Certificado de implementación



INSTITUTO TECNOLÓGICO  
**SUDAMERICANO**  
*Hacemos gente de talento!*



**ELECTRÓNICA**  
TECNOLOGÍA SUPERIOR

Loja, 13 de Septiembre 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 Jairo Alexander Robles Macas con cédula 1105645061 y el Sr Cristian Aaron Naula Rodas con cédula 1105231706, han venido trabajando en el Proyecto de fin de carrera titulado “SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO BASADO EN TECNOLOGÍAS EMERGENTES 0G EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2021”; el mismo que se encuentra a la presente fecha en un 90% 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 - septiembre 2021

## 15.4. Certificado de Aprobación del Abstract



CERTF. N° 004-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,*

**C E R T I F I C A:**

*Que el apartado **ABSTRACT** del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera de los señores NAULA RODAS CRISTIAN AARON y ROBLES MACAS JAIRO ALEXANDER estudiantes 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**

### 15.5. Presupuesto

El presente proyecto de investigación tiene un presupuesto, de los materiales a utilizar en el mercado de la provincia y del país

**Tabla 6**

*Presupuesto*

Material	Precio unitario	Unidades	Valor total
Ufox	60	4	240
Fuente 5V	8	4	32
Sensor Dth-22	8	4	32
Sensor LM-393	4	4	16
Sensor ml-8511	12	4	48
Modulo relé 2 canales	3.5	4	14
Mini Protoboard	2.5	4	10
Electroválvula Whirlpool	2	15	30
Gastos Varios (Cables, Tubos PVC 1/2, extensiones, manguera, aspersores ente otros)			80
Materiales para informes	30	1	30
Materiales para armado final	10	4	40
Materiales para pruebas electrónicas	30	1	30
Total, presupuesto			602

---

## 15.6. Cronograma

**Tabla 7**

*Cronograma de actividades*

CRONOGRAMA DETALLADO DE ACTIVIDADES																					
ESTUDIANTE: Cristian Aaron Naula Rodas, Jairo Alexander Robles Macas																					
CARRERA: Electrónica.				SEMESTRE: Abril – Septiembre 2021																	
ACTIVIDADES		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre									
Componente	Proyecto de Investigación de Fin de Carrera	Semana				Semana				Semana											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Petición de solicitudes para el proceso de titulación	x	x																		
	Identificación del problema			x																	
	Planteamiento del tema				x																
	Elaboración de justificación					x															
	Planteamiento objetivos general y específicos						x														
	Marco institucional y Marco teórico							x	x												
	Elaboración de la Metodología								x												
	Presentación del Anteproyecto de Investigación									x											
	Desarrollo de investigación y propuesta de acción													x	x	x	x				
	Elaboración de conclusiones y recomendaciones																	x	x		
	Entrega de borradores de proyectos de investigación de fin de carrera																				x

## 15.7. Programación para el sistema de riego automático

/\*Sensores utilizados:

Sensor de lluvia Fc-37

Sensor radiación Uv: MI-85113

Sensor Humedad y Temperatura: Dth22

Humedad del Suelo: Fc-28

Leonardo A0 to A11\* 10 bits

\*/

// \*\*\*\*\* Librerías y variables para UFOX \*\*\*\*\*

#include <Ufox.h>

#define RXLED 17 // Pin a utilizar pin 17

Ufox wisol; // Se puede utilizar cualquier nombre

// \*\*\*\* Librerías y variables para sensor DHT22 \*\*\*\*\*

#include <DHT.h> // Incluimos librería para reconocer el sensor DHT22

#define DHTPIN 10 // Pin 10 del arduino elegido para conexión de señal dato del sensor

DHT dht(DHTPIN, DHT22); // Objeto dht creado para hacer uso de librería DHT.h

uint16\_t temperatura = 0; // float

uint16\_t humedad = 0; //

// \*\*\*\* Variables para Sensor de lluvia Fc-37 (salida digital) \*\*\*\*\*

int pinSENSOR1 = A2; // Entrada analógica del arduino

int valSENSOR1 = 0; // Variable para lectura del sensor



```
int umbralSENSOR1 = 75; // Limite del sensor para determinar presencia de lluvia
int porcentajeS1 = 0; // Variable para mapear el valor de la entrada analogica
uint16_t lluvia = 0;
```

```
// **** Variables para Sensor Humedad del Suelo: Fc-28 ****
```

```
int pinSENSOR2 = A3; // Entrada analogica del arduino
int valSENSOR2 = 0; // Variable para lectura del sensor
int umbralSENSOR2 = 75; // Limite del sensor para determinar presencia de lluvia
int porcentajeS2 = 0; // Variable para mapear el valor de la entrada analogica
uint16_t suelo = 0;
```

```
// **** Variables para Sensor radiación Uv: MI-8511 ****
```

```
int UVOUT = A0; //Output from the sensor
int REF_3V3 = A1; //3.3V power on the Arduino board
uint16_t uvLevel;
```

```
// **** Variables adicionales para salidas digitales de control de electrovalvulas por
relay ****
```

```
int rele1 = 2; // Salida para electrovalvula 1
int rele2 = 3; // Salida para electrovalvula 2
int retardoDATOS = 1000; // Retardo para estimacion de valores de sensores
```

```
/******
```

```
* SUBROUTINA DE CONFIGURACION *
```

```
*****/
```

```
void setup() {  
  
  /*** Configuramos velocidad para comunicacion con monitor serial **/  
  
  Serial.begin(9600);  
  
  
  /*** Inicializamos comunicacion con sensor DHT22 **/  
  
  dht.begin();  
  
  
  /*** Configurar pines como entradas para los sensores **/  
  
  pinMode(UVOUT, INPUT);  
  
  pinMode(REF_3V3, INPUT);  
  
  pinMode(pinSENSOR1, INPUT);  
  
  pinMode(pinSENSOR2, INPUT);  
  
  
  /*** Configurar pines como salidas digitales(estado inicial:OFF) **/  
  
  pinMode (rele1, OUTPUT);  
  
  pinMode (rele2, OUTPUT);  
  
  digitalWrite(rele1, LOW);  
  
  digitalWrite(rele2, LOW);  
  
  
  /*** Comunicacion wisol con el AVR *****/  
  
  wisol.begin(9600);  
  
  pinMode(RXLED, OUTPUT);  
  
}
```

```

/*****

*          SUBROUTINA PRINCIPAL          *

*****/

void loop() {

    wisol.RST();

    digitalWrite(RXLED, LOW);

    leerDHT22();    // Dth 22 solo presenta datos

    leerSENSOR1();

    leerSENSOR2();

    leerSENSORUV();

    condicionesONOFF();

    // ***** Envio de datos Sigfox *****

    char buff[30] = "";

    //formatear a cadena, convertir los datos a valores hexagesimales

    sprintf(buff, "%04x%04x%04x%04x%04x", humedad, temperatura, uvLevel, suelo,
lluvia);

    //Custom payload config  humedad::uint:16 temp::uint:16 tempw::int:16
bat::uint:16

    Serial.print("Enviando: ");

    Serial.println(buff);

    Serial.println(wisol.SEND(buff));

```

```

digitalWrite(RXLED, HIGH);

wisol.SLEEP();

delay(60000);

}

// **** Funciones para Sensor radiación Uv: MI-8511 (salida analógica) ****

int averageAnalogRead(int pinToRead)
{
    byte numberOfReadings = 8;
    unsigned int runningValue = 0;

    for (int x = 0 ; x < numberOfReadings ; x++)
        runningValue += analogRead(pinToRead);
    runningValue /= numberOfReadings;

    return (runningValue);
}

float mapfloat(float x, float in_min, float in_max, float out_min, float out_max)
{
    return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
}

void leerSENSORUV(){

```

```

uvLevel = averageAnalogRead(UVOUT);

int refLevel = averageAnalogRead(REF_3V3);

//Use the 3.3V power pin as a reference to get a very accurate output value from
sensor

float outputVoltage = 3.3 / refLevel * uvLevel;

//Convert the voltage to a UV intensity level

float uvIntensity = mapfloat(outputVoltage, 0.99, 2.8, 0.0, 15.0);

Serial.print("Nivel UV: ");

Serial.println(uvLevel);

delay(retardoDATOS);

}

// **** Funciones para leer datos temperatura y humedad del sensor DHT22
*****

void leerDHT22() {

    //float humedad = dht.readHumidity();           //Leemos la Humedad

    //float temperatura = dht.readTemperature();   //Leemos la temperatura en
    grados Celsius

    humedad = dht.readHumidity();

    temperatura = dht.readTemperature();

    //-----Enviamos las lecturas por el puerto serial-----

```

```

Serial.print("Humedad ");

Serial.print(humedad);

Serial.print(" %t");

Serial.print("Temperatura: ");

Serial.print(temperatura);

Serial.print(" *C ");

delay(retardoDATOS);

}

// **** Funciones para Sensor de lluvia Fc-37 (salida digital) ****

// NOTA: Los valores analógicos medidos varían desde 0 para una placa totalmente
empapada, a 1023 para una placa totalmente seca.

void leerSENSOR1(){

// Leer valor de la entrada analogica

valSENSOR1 = analogRead(pinSENSOR1);

// Convertir a porcentaje de 0 a 100

porcentajeS1 = map(valSENSOR1,0,1023,0,100);

// Cargamos valor para ufox

lluvia = porcentajeS1;

// Visualizamos valor de variables en monitor serial

Serial.print("Entrada analogica sensor 1(0-1023):");

Serial.print(valSENSOR1);

Serial.print("Porcentaje sensor 1 (0-100):");

Serial.println(porcentajeS1);

delay(retardoDATOS);

```

```

}

// **** Variables para Sensor Humedad del Suelo: Fc-28 ****
// NOTA: Los valores obtenidos van desde 0 sumergido en agua, a 1023 en el aire (o
en un suelo muy seco).

// Un suelo ligeramente húmedo daría valores típicos de 600-700. Un suelo seco
tendrá valores de 800-1023.

void leerSENSOR2(){

  // Leer valor de la entrada analogica

  valSENSOR2 = analogRead(pinSENSOR2);

  // Convertir a porcentaje de 0 a 100

  porcentajeS2 = map(valSENSOR2,0,1023,0,100);

  // Cargamos valor para ufox

  suelo = porcentajeS2;

  // Visualizamos valor de variables en monitor serial

  Serial.print("Entrada analogica sensor 2(0-1023):");

  Serial.print(valSENSOR2);

  Serial.print("Porcentaje sensor 2 (0-100):");

  Serial.println(porcentajeS2);

  delay(retardoDATOS);

}

/**** Funciones ACTIVACION / DESACTIVACION de electrovalvulas
****

* Sensor de lluvia Fc-37 --> Señal LOW en ausencia de lluvia, y HIGH con
presencia de lluvia

```

\* Sensor Humedad del Suelo: Fc-28 --> Señal LOW cuando el suelo no está húmedo, y HIGH cuando la humedad supera el valor de consigna

\* Cuando el suelo este seco y no hay lluvia de acciona electroválvula 2

\*\*\*\*\*/

```
void condicionesONOFF(){
    // Cuando está lloviendo no se acciona ninguna electroválvula
    if (porcentajeS1 <= umbralSENSOR1){
        Serial.println("Presencia de lluvia");
        Serial.println("Bomba 1 apagada");
        Serial.println("Bomba 2 apagado");
        digitalWrite(rele1, LOW);
        digitalWrite(rele2, LOW);
    }
    else{
        // Si rayos ultravioleta este entre 200 a 350 se acciona electroválvula 1
        if (uvLevel > 200 && uvLevel < 350)
        {
            digitalWrite(rele1, HIGH);
            Serial.println("Bomba 1 encendida");
        }
        else{
            digitalWrite(rele1, LOW);
            Serial.println("Bomba 1 apagada");
        }
    }
}
```



```
// Evaluamos estado de humedad del suelo para activar electrovalvula 2
if (porcentajeS2 <= umbralSENSOR2)
{
  Serial.println("Presencia de humedad en el suelo");
  digitalWrite(rele2, HIGH);
  Serial.println("Bomba 2 encendida");
}
else{
  digitalWrite(rele2,LOW);
  Serial.println("Bomba 2 apagada");
}
}
}
```

## 15.8. Implementación Del Sistema

*Figura 37:*

Implementación del sistema



## 15.9. Prototipo Final

*Figura 38*

Prototipo final



## 16.0. Resultado del Sembrío

*Figura 39*

Sembrío de lechuga



*Figura 40*

*Sembrio de rabano*

