



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

**Diseño de un sistema automatizado con energía solar para la mejora del riego agrícola
en el valle de Sayán – 2023**

Tesis

Para optar el Título de Ingeniero Electrónico

Autor

Luis Melgarejo, Cristhian Abdon

Asesor

Ing. Ulises Robert Martínez Chafalote

Huacho – Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

FACULTAD DE Ingeniería Industrial Sistemas e Informática

ESCUELA PROFESIONAL Ingeniería Electrónica

INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Luis Melgarejo Cristhian Abdon	75662524	19/07/2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Ulises Robert Martínez Chafalote	15616588	0000-0002-9523-308X
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Jorge Antonio Sánchez Guzmán	17829652	0000-0002-2387-2296
Ernesto Diaz Ronceros	46943961	0000-0002-2841-7014
José Antonio Garrido Oyola	15725918	0000-0002-8191-8600

DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON ENERGÍA SOLAR PARA LA MEJORA DEL RIEGO AGRÍCOLA EN EL VALLE DE SAYÁN – 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unjfsc.edu.pe

Fuente de Internet

1%

2

Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion

Trabajo del estudiante

1%

3

hdl.handle.net

Fuente de Internet

<1%

4

Submitted to Universidad Católica de Santa María

Trabajo del estudiante

<1%

5

cia.uagraria.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

6

Ramírez Dionicio Erick Alfonso. "Evaluación funcional con escala AOFAS post-artrodesis de tobillo en el Hospital Regional 1° de octubre", TESIUNAM, 2019

Publicación

<1%

repositorio.ucv.edu.pe

**Diseño de un sistema automatizado con energía solar para la mejora del riego agrícola en el
valle de Sayán – 2023**

Autor

Luis Melgarejo, Cristhian Abdon

Tesis

Asesor

Ing. Ulises Robert Martinez Chafalote

**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad De Ingeniería Industrial, Sistemas E Informática
Escuela Profesional De Ingeniería Electrónica
2023**

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a Dios, por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, a mi padre, a mi hermana y a mi abuelo, por todo su amor y por siempre motivarme a seguir hacia adelante.

Cristhian Abdon Luis Melgarejo

AGRADECIMIENTO

A los docentes

“Es para mí de gran satisfacción agradecer a mis maestros por sus palabras llenas de motivación, sus sabios consejos y sus conocimientos rigurosos y precisos, a ustedes mis profesores queridos, les debo mis conocimientos. Donde quiera que vaya, los llevaré conmigo en mí transitar profesional. Su semilla de amor por esta profesión, germinó en mi alma y espíritu. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancia y tolerancia.

A mis padres

“Agradezco a ustedes que han forjado a la persona que soy en la actualidad y que a pesar de la distancia sus palabras me motivaron para afrontar los días y noches más difíciles, incluso a veces cuando daba todo de mí y no era suficiente ustedes me supieron comprender y levantar en esos días ajustados llenos de aprendizaje. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, con mucho cariño se los dedico, Carmen, Tito, Yunely y a ti Teodoro, como una meta más conquistada. Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

Agradezco también a nuestra alma mater, la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por ser nuestra casa formadora, en especial a la Escuela de Ingeniería Electrónica en donde encontré oportunidades que me ayudaron a ampliar mi conocimiento.

De igual manera agradecer a mi asesor con su apoyo, compromiso y dedicación se logró culminar este trabajo.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	6
AGRADECIMIENTO.....	7
RESUMEN.....	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I	18
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	19
1.1. Descripción de la realidad problemática	19
1.2. Formulación del problema	23
1.2.1. Problema general.....	23
1.2.2. Problemas específicos	24
1.3. Objetivos de la investigación	24
1.3.1. Objetivo general.....	24
1.3.2. Objetivos específicos.....	24
1.4. Justificación.....	25
1.5. Delimitación.....	26
1.6. Viabilidad.....	26
CAPÍTULO II.....	27
MARCO TEÓRICO.....	28
2.1. Antecedentes del estudio.....	28

2.1.1.	Antecedentes internacionales	28
2.1.2.	Antecedentes Nacionales.....	32
2.2	Bases Teóricas:.....	36
2.2.1	Sistema de control automatizado.....	36
2.2.2	Control lazo cerrado.....	37
2.2.3	Microcontrolador.....	37
2.2.4	Arduino UNO.....	38
2.2.5	Riego	39
2.2.6	Sistema de riego.....	39
2.2.7	Sistema automatizado de riego.....	40
2.2.8	Principio de funcionamiento del riego automatizado.....	40
2.2.9	Tipos de sensores para el uso en sistema de riesgo.....	41
2.2.10	Sensor de temperatura y humedad DTH11.....	42
2.2.11	Acondicionamiento de señal.....	43
2.2.12	Pantalla LCD 16X2	43
2.2.13	Humedad en las plantas	44
2.2.14	Sistema fotovoltaico	44
2.2.15	Fenómeno fotovoltaico.....	45
2.2.16	Panel solar o módulo fotovoltaico.....	46
2.2.17	Conexión de módulos serie.....	47
2.2.18	Conexión de módulo en paralelo.....	47
2.2.19	Rendimiento de un panel fotovoltaico.....	48
2.2.20	Posición y orientación de los paneles.....	49

2.2.21	Inversor fotovoltaico.....	50
2.3.	Hipótesis e investigación.....	53
2.3.1.	Hipótesis general	53
2.3.2.	Hipótesis específicas.....	53
2.4.	Operacionalización de las variables	53
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....		55
3.1	Diseño metodológico.....	56
3.1.1	Tipo de investigación	56
3.1.2	Nivel de Investigación.....	56
3.1.3	Diseño.....	56
3.1.4	Enfoque	56
3.2	Población y muestra	57
3.2.1	Población.....	57
3.2.2	Muestra.....	57
3.3	Técnica para la recolección de datos.....	58
3.4	Matriz de consistencia.....	58
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		60
4.1	Análisis de resultados.....	61
4.2	Contrastación de hipótesis.....	65
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN		69
5.1	Discusión de los resultados	70

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
6.1 Conclusiones	73
6.2 Recomendaciones.....	74
REFERENCIAS.....	75
7.1 Referencias bibliográficas	76
7.2 Referencias electrónicas.....	76
ANEXOS	79

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. SISTEMA DE CONTROL LAZO CERRADO.....	34
FIGURA 2. ARQUITECTURA DEL ARDUINO UNO.....	36
FIGURA 3. SENSOR DHT 11.....	40
FIGURA 4. PANTALLA LCD 16X2.....	41
FIGURA 5. EFECTO FOTOELÉCTRICO	42
FIGURA 6. TIPOS DE PANELES SOLARES.....	43
FIGURA 7. CONEXIÓN EN SERIE DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	44
FIGURA 8. CONEXIÓN EN PARALELO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	45
FIGURA 9. CAPTACIÓN SOLAR.....	46
FIGURA 10. INVERSOR FOTOVOLTAICO.....	47
FIGURA 11. ESQUEMA DE CONEXIÓN ARDUINO UNO Y DHT11	58
FIGURA 12. PROGRAMACIÓN DEL ARDUINO UNO	59
FIGURA 13. SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE DE PROTEUS 8.12.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PROPUESTO DE PRESUPUESTO PARA EL SISTEMA AUTOMATIZADO	61
TABLA 2. CORRELACIÓN HIPÓTESIS GENERAL	62
TABLA 3. CORRELACIÓN HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1	63
TABLA 4. CORRELACIÓN HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2	64
TABLA 5. CORRELACIÓN HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3	65

RESUMEN

Título de la investigación: “Diseño de un sistema automatizado con energía solar para la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023”. **Objetivo:** Determinar si el sistema automatizado con energía solar se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023. **Metodología:** El tipo de investigación fue descriptivo y el nivel de investigación fue correlacional. **Hipótesis:** El sistema automatizado con energía solar se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023. **Población:** La población estuvo conformada por 100 agricultores del Valle de Sayán. **Instrumento:** Encuesta para medir la relación entre la variable independiente y variable independiente. **Resultados:** Empleando el software de simulación Proteus se validó la simulación del sistema automatizado. Así mismo se obtuvo que la correlación de Spearman entre las variables devuelve un valor de 0.886, representando una asociación alta. **Conclusión:** existe una relación entre el sistema automatizado con energía solar y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán 2023.

Palabras Claves: Sistemas electrónico, prototipo cargador de celulares, microcontrolador.

ABSTRACT

Research title: "Design of an automated system with solar energy for the improvement of agricultural irrigation in the Sayán Valley - 2023". **Objective:** To determine whether the automated system with solar energy is significantly related to the improvement of agricultural irrigation in the Sayán Valley - 2023. **Methodology:** The type of research was descriptive and the level of research was correlative. **Hypothesis:** The automated system with solar energy is significantly related to the improvement of agricultural irrigation in the Sayan Valley - 2023. **Population:** The population consisted of 100 farmers from the Sayan Valley. **Instrument:** Survey to measure the relationship between the independent variable and the independent variable. **Results:** Automated system simulation was validated using Proteus simulation software. We also obtained that the Spearman correlation between the variables returns a value of 0.886, representing a high association. **Conclusion:** there is a relationship between the automated system with solar energy and the improvement of agricultural irrigation in the Sayán Valley 2023.

Keywords: Electronic systems, prototype cell phone charger, microcontroller.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se titula: “diseño de un sistema automatizado con energía solar para la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023”. Senmache (2019) “El suministro energético mediante energía solar fotovoltaica de sistemas de riego localizado de alta frecuencia es una solución de amplia aplicación en áreas sin acceso a la red eléctrica convencional. No obstante, el desacople que existe en muchas ocasiones entre la oferta y la demanda energética por parte de la instalación de riego plantea problemas desde el punto de vista de acumulación estacional de la energía generada” (p. 16). Vílchez (2020) “Las tecnologías aplicadas a la agricultura han ido evolucionando con el transcurrir del tiempo desde simples herramientas como palas, hoz, asadas y rastrillos hasta el surgir de la agricultura de precisión que utiliza maquinarias agrícolas de última tecnología para el cultivo y cosecha en las que se ahorra tiempo y esfuerzo de trabajo que beneficia al agricultor, de igual manera actualmente se obtiene el diagnóstico del cultivo en tiempo real por medio de sensores, drones y equipos de rastreo satelital, pero hay un nuevo reto que viven muchos agricultores como un problema gravitante en estos días, que es la escases de agua, no solo en el Perú sino a nivel mundial” (p. 14).

La investigación se ha estructurado de la siguiente manera: “En el I capítulo se tiene en cuenta el planteamiento del problema donde se hace la descripción de la realidad problemática, luego la formulación del problema con su respectivos objetivos de la investigación, tiene en cuenta Justificación de la investigación ,delimitaciones del estudio, viabilidad del estudio y las estrategias metodológicas en el II capítulo el marco teórico, que comprende los antecedentes del estudio, el cual tiene en cuenta las Investigaciones relacionadas con el estudio y tras publicaciones , en las bases teóricas hacemos el tratado de las Teorías sobre la variable independiente y dependiente , definiciones de términos básicos, Sistema de hipótesis y la

operacionalización de variables en el III capítulo el marco metodológico que contiene el diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas de recolección de datos y las técnicas para el procesamiento de la información, el IV capítulo que contiene los resultados y su respectiva contrastación de hipótesis, en el V capítulo tiene en cuenta la discusión de los resultados, en el VI capítulo contiene las Conclusiones, recomendaciones y finalmente las referencias bibliográficas y sus respectivos anexos”.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

La automatización es un concepto que suele utilizarse en el ámbito de la industria con referencia al sistema que permite mejorar la agricultura enfocado en reemplazar con máquinas algunas tareas realizadas por las personas incluido hacer mucho más con menos recursos como el agua, suelo y clima ya que contamos con elementos cada vez más limitados.

Actualmente las necesidades de energía se satisfacen sobre todo con combustibles de biomasa, y con trabajo humano y animal. Este inicuo panorama limita seriamente la posibilidad de muchos pobladores de las zonas rurales de mejorar su productividad agrícola y su calidad de vida. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación sigue promoviendo –como organismo coordinador de las actividades del capítulo 14 del Programa 21– la agricultura y desarrollo rural sostenibles (ADRS). Este estudio se propone contribuir a ese proceso asistiendo a los Países Miembros de la Organización en su transición hacia el uso de sistemas más sostenibles de energía rural. La FAO observa que la tecnología fotovoltaica ya está suministrando servicios de energía en muchos lugares del mundo, sobre todo en el ámbito doméstico, y llama la atención al potencial de los sistemas FV para promover nuevas actividades que generen ingreso se incrementen la productividad agrícola.

Para observar la gravedad del problema acerca del consumo hídrico tenemos que verlo en forma general, según el Banco Mundial el crecimiento económico depende

en gran medida del agua, en el futuro se precisa de un sistema agrícola que produzca un 50% más de alimentos para abastecer a los 9.000 millones de personas que habitarán el planeta en el 2050, haciéndolo de tal forma que entreguen una solución nutricional óptima, utilicen eficientemente los recursos y cuiden el medio ambiente.

viendo así que muchas regiones del mundo han alcanzado el límite de aprovechamiento del agua, lo que las ha llevado a sobreexplotar los recursos hidráulicos superficiales y subterráneos, creando un impacto negativo en el ambiente.

Los caminos hacia la bancabilidad de la energía solar de cuatro países de América Latina y el Caribe pueden proporcionar lecciones para la región y el resto de los países, los países que lideran en energía solar son Chile México Brasil Argentina.

En los países en los que se depende del agua subterránea para el riego, como es el caso de México, el exceso de extracción está provocando que los niveles freáticos de agua dulce estén descendiendo a un ritmo muy alarmante. Aunado a lo anterior, el 77% del agua concesionada en México es utilizada en la agricultura; por tal razón, es urgente incrementar la eficiencia en el uso del agua en este sector. Este trabajo representa una breve revisión sobre las técnicas modernas de producción para incrementar la eficiencia del uso del agua, tales como el control ambiental en los invernaderos, sistemas hidropónicos de circuito semicerrado y cerrado, y los invernaderos semicerrados. Problemática general del uso del agua para la agricultura y su particularidad en Cuba A nivel mundial la agricultura es el mayor consumidor de agua, coincidiendo todos los reportes al respecto en señalar que consume anualmente el 70% del agua total utilizada en el planeta (FAO, 2011).

Esto es debido a dos factores fundamentales; primero, la gran demanda de agua por unidad de producción que tienen los productos agrícolas, y las eficiencias globales de riego. El mejoramiento de la eficiencia de los sistemas de riego es un tema prioritario para la mayoría de los países del mundo (Sánchez y Sánchez, 2004).

En el recién finalizado 60 Encuentro del Consejo Ejecutivo de la Comisión Internacional de Riego y Drenaje y la 5ta Conferencia Regional Asiática este fue un aspecto analizado y se constató un aumento significativo de la eficiencia del riego (hasta en un 20%) solo con mejoras en la operación de los sistemas y el manejo del riego (Madramootoo y Helen Fyles, 2010; Mukesh y Kapadia, 2010).

Un análisis comparativo de la demanda de agua asignada para las actividades agrícolas del Ministerio de la Agricultura (MINAG) de Cuba en el periodo comprendido entre el 2007 y el 2010 refleja que en el 2007 el agua total asignada para las actividades agrícolas del MINAG constituía el 36% (2157,120 hm³) del total del país mientras que ya en el 2010 y 2011 este porcentaje asciende a 44% (3521,524 hm³) y 47% (4169,681 hm³) respectivamente (INRH, 2011).

Por su parte el área total bajo riego en el sistema productivo del MINAG es de 416 367 (Cuba, Ministerio de la Agricultura, 2010).

Del total de áreas bajo riego en el 2010, el 75% corresponden al riego por gravedad (41% con bombeo y 34 sin bombeo), el 19% a riego por aspersión (5% aspersión portátil, 8% semi estacionaria, 5% de pivotes eléctricos, 1% de máquinas de riego Fregat, y el 0,1% a máquinas Voltzhankas), el 5% al riego localizado (4% por goteo, 1% por micro aspersión) y 2% a otras técnicas.

Los mayores crecimientos en áreas con valor de uso bajo diferentes técnicas de riego están en el riego por gravedad (cerca del 80%) así como en el riego con máquinas de pivote central eléctricos (42%) y el goteo (32%).

La modernización de sistemas de riego se considera una respuesta para alcanzar y mantener eficiencias altas en el uso del agua. En países en desarrollo esta modernización reemplaza, a menudo, a los sistemas de riego de trabajo intensivo y bajo consumo de energía, por sistemas más sofisticados y con mayores requerimientos de energía y de capital. En muchos casos, el funcionamiento de tales sistemas es inferior a lo esperado, con resultados desalentadores en términos de conservación de agua y energía y en los rendimientos de los cultivos. Las naciones en desarrollo cuentan con recursos limitados y su población crece en forma exponencial. El incremento de la producción agrícola demanda, a su vez, la ampliación de áreas de riego y mayor consumo de energía. Los recursos energéticos son también limitados, y sin embargo una mayor demanda de estos recursos se requerirá para lograr una agricultura sostenible. Por ello, para alcanzar un desarrollo agrícola sostenido, el riego tendría que planearse y manejarse con criterios de conservación, tanto del agua como de la energía. Asimismo, se requiere de manera urgente asesoría tecnológica apropiada, que considere el concepto de uso eficiente del agua y de la energía en todas las actividades de riego dentro de un marco económico completo, especialmente para proyectos de pequeña irrigación.

Uno de los efectos más preocupantes del cambio climático en el Perú es la reducción de la capacidad de almacenamiento natural del agua como consecuencia del retroceso de los glaciares, la desprotección de las cabeceras de cuenca y otros factores.

Esto, a su vez, ocasiona una mayor variabilidad en el caudal de los ríos, que se traduce, por un lado, en una disminución de la disponibilidad de agua en las épocas de estiaje, afectando la capacidad productiva de las unidades agropecuarias; y, por otro, en un incremento desmedido de los caudales durante la época de lluvias, lo que además, aumenta el riesgo de inundaciones y otros desastres.

Ante este panorama, es necesario que nuestros productores agropecuarios cuenten con sistemas de riego que les permitan almacenar el agua durante el periodo de lluvias y luego utilizarla en el periodo seco, y acondicionar las bocatomas y canales de forma que se evite la pérdida de agua por filtración

Este proyecto se da cuando surge la necesidad de superar las anomalías que se dan en el agro y sobre todo en cuando de una u otra forma no existe un buen control de riesgo en áreas difíciles de acceso como es en la zona de irrigación santa rosa, donde se encuentra y se requiere la implementación de este sistema de riego automático con energía renovable.

Tomando en consideración los estándares y códigos que se requieren para implementar este sistema y a su vez mejorar las cosechas de productos de consumo masivo como son las frutas, vegetales hortalizas en zonas de la región Sayán. Siendo beneficiados la familia y los demás agricultores de sus alrededores que comparten estos productos que son producidos en pequeños campos agrícolas.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cómo se relaciona el sistema automatizado con energía solar y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo se relaciona el circuito de control y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023?
- ¿Cómo se relacionan las señales externas y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023?
- ¿Cómo se relaciona el panel solar y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Determinar si el sistema automatizado con energía solar se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar si el circuito de control se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023
- Determinar si las señales externas se relacionan significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023
- Determinar si el panel solar se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023

1.4. Justificación

El agua se a convertido en un recurso muy valioso y cada vez mas escaso. “El agua es esencial para la producción agrícola y la seguridad alimentaria. Es el elemento vital de los ecosistemas –incluidos los bosques, lagos y humedales–, de los que depende nuestra seguridad alimentaria y nutricional presente y futura. Sin embargo, nuestros recursos de agua dulce están disminuyendo a un ritmo alarmante. La creciente escasez de agua es ahora uno de los principales retos para el desarrollo sostenible. Este desafío se hará más apremiante a medida que la población mundial siga creciendo, su nivel de vida aumente, las dietas cambien y los efectos del cambio climático se intensifiquen.” (FAO, 2019).

Por lo tanto, mediante el diseño de un sistema automatizado de riego se busca racionalizar de mejor manera el uso de agua. Para lograr suministrar de energía el sistema automatizado se empleará energía solar, de esta manera se

busca asegurar su sostenibilidad.

1.5. Delimitación

Delimitación temporal:

La investigación estará comprendida entre los meses de diciembre del 2022 y marzo del 2023.

Delimitación espacial:

Esta investigación está comprendida para el valle de Sayán

Delimitación social:

El presente trabajo de investigación permitirá plantea un diseño para el riego automatizado y de esta manera reducir el uso del agua a niveles más exactos para la producción agrícola.

1.6. Viabilidad

El presente trabajo resulta viable porque es de relevancia a nivel local y nacional, así mismo se cuenta con los conocimientos para llevar a cabo el diseño de ingeniería. Finalmente, se cuenta con los recursos propias para afrontar la presente investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Guachamin (2021) desarrolló un proyecto que se enfocó en el uso de las “energías renovables como es la fotovoltaica, aprovechando la radiación incidente en nuestro país para transformarla en energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico autónomo para energizar un sistema hídrico de nebulización para un invernadero de producción de plántulas en el centro de capacitación en agroecología CINCA”. “El sistema está diseñado para cubrir la demanda energética del sistema hídrico, como son bomba, controlador hídrico que son los elementos que consumirán una potencia de 584 watts/ hora, el sistema está diseñado para un ciclo de riego de 3 veces al día a través de un controlador que guardara la programación del riego, obteniendo una demanda máxima del sistema de 2226 watts al día, el sistema tendrá una potencia máxima de 3500 watts y una nominal de 2000 watts, aportando así al agro con la utilización de recursos y tecnologías existentes en nuestro país que pueden ser implementadas para la generación de electricidad” (Guachamin, 2021).

Montaluisa y Vargas (2021) en su tesis titulada “Diseño e implementación de un sistema de riego inteligente para incrementar el rendimiento en los cultivos basado en energía solar fotovoltaica” desarrolló una metodología que buscaba

mejorar el rendimiento de diferentes cultivos, esta metodología está conformada por cuatro ejes principales que son el estudio del suelo o cultivo, diseño tecnológico, ejecución y finalmente seguimiento y evaluación de resultados. Dicha metodología es aplicada a una parcela que posee cultivo de alfalfa, este producto se cultiva con métodos convencionales, el sector no cuenta con suministro de energía eléctrica. Una vez determinadas las características del cultivo se procede a la ejecución de la segunda etapa de la metodología la cual arrojó como resultado el diseño de un sistema de generación híbrido el cual satisface la demanda energética del sistema de riego, constituido principalmente por una bomba centrífuga eléctrica, diseñado para atender los requerimientos hídricos del cultivo y garantizar el uso eficiente del agua, además se desarrolla un sistema de control basado en lógica difusa el cual tomara las decisiones de encendido y apagado de la bomba considerando las variables evapotranspiración, temperatura ambiente, humedad del suelo y los días del cultivo. Luego se procede a la etapa de ejecución en donde se implementó cada uno de los sistemas mencionados en la parcela considerando un periodo de prueba. La etapa final, seguimiento y evaluación, consiste en la determinación del rendimiento del cultivo después de la intervención tecnológica realizada validando así el nivel de impacto de la propuesta diseñada.

Cortes y Vargas (2020) en su trabajo de investigación tuvo por objetivo: “Desarrollar un sistema de riego automatizado y monitoreo de variables ambientales mediante IOT en los cultivos urbanos de la Fundación Mujeres

empresarias Marie Poussepin ubicados en el barrio Altamira, localidad de san Cristóbal, Bogotá Colombia. La investigación corresponde a un estudio experimental debido a que se evalúan los efectos de las variables ambientales sobre los cultivos y se realiza una intervención para el control de las mismas”. Los resultados muestra el diseño hidráulico y electrónico, obteniendo que: “la temperatura se comporta muy linealmente y al igual que en la humedad relativa se observa como disminuye poco a poco en el transcurso del día cuando se acercan las horas de la noche, y en el día aumenta progresivamente. Se realizó un muestreo cada 15 minutos” (Cortes y Vargas, 2020). Finalmente, el autor concluye que con el diseño implementado se evidenció el cumplimiento de los requerimientos y objetivos planteados en la investigación.

Pedraza (2020) en su tesis “Proyecto de riego utilizando energía solar para el cultivo de limones en la finca contador del municipio de Viani” describió el procedimiento seguido del diseño de un sistema de riego fotovoltaico alimentado con energía solar para la finca Contador ubicada en el municipio de Viani (Cundinamarca). Ecosistemas acuáticos de agua dulce como lagos, humedales, lagunas, estuarios y ríos, ocupan el 1% del total de la superficie terrestre y mantienen al 9,5% de todas las especies [1], a partir de este dato encontramos problemas asociados al agotamiento y deterioro del recurso hídrico y energético que actualmente se viven en algunos municipios de Colombia, esto ha generado la necesidad de implementar medidas que permitan el uso apropiado de estos recursos, es por esto que en este artículo se diseñara un sistema de riego

fotovoltaico para la finca el Contador del municipio de Viani. Este diseño implica caracterizar inicialmente el cultivo de limones, posterior a esto se evaluarán las condiciones ambientales y físicas que ofrece la finca, esto con el fin de diseñar el circuito hidráulico y el circuito fotovoltaico que componen el sistema de riego, para esto se consultan las bases de datos disponibles en sitios web acerca de estas variables.

Ramírez y Vergara (2020) desarrolló un proyecto que se enfocó en: “analizar y diseñar un sistema para riego automatizado, realizando un balance de humedad de suelo el cual tiene como objetivo un uso eficiente del agua conjuntamente con la implementación de tecnología Arduino y el ensamblamiento de los componentes eléctricos y electrónicos. Básicamente para realizar este sistema de riego automatizado se debe tener un sensor de humedad de suelo, el cual tendrá la función de monitorear la humedad, este transmitirá mediante una señal analógica a la placa arduino y esta a su vez procesara la información para luego generar una señal de salida, la cual transmitirá a un relé que este último activara o desactivara la electrobomba”. “De esta manera se controla la humedad del suelo evitando que se tenga exceso o déficit de humedad de suelo en el cultivo; al mismo tiempo utiliza un sensor de temperatura para monitorear como se encuentra el ambiente del cultivo en este caso de berenjena. Para esta ocasión se desarrolló una prueba experimental en un área de 5 m², designando uno para riego automatizado” (Ramírez y Vergara, 2020)

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Perales y Leython (2021) en su tesis “Diseño de un sistema de riego automatizado usando la metodología scrum en el consumo de agua de cultivos de maíz de una finca agrícola en chepén, 2021” tuvo por objetivo analizar las características del consumo de agua en cultivos de maíz en una finca agrícola en Chepén en 2021 y los aspectos que se deben considerar de la Metodología SCRUM para proponer un sistema de riego automatizado. El tipo de estudio fue propositivo; considerando como muestra 4 hectáreas. Para la recolección de información se aplicó un filtro. Para el diseño de la propuesta, se tomó como referencia el marco teórico correspondiente a SCRUM. Las dimensiones abarcadas para El consumo de agua fueron Disponibilidad del recurso hídrico y Demanda insatisfecha, mientras que los ejes propositivos considerados en El diseño de sistema de riego automatizado fueron Capacidad de medir parámetros ambientales y Nivel de control de riego. Asimismo, los ejes temáticos de la Metodología SCRUM fueron Roles, Eventos y Artefactos. Los resultados obtenidos demostraron que los sistemas de riego automatizado son capaces de regar de forma óptima un cultivo de maíz a través de su etapa de crecimiento con diferentes factores ambientales a favor y en contra. En base a lo mencionado, podemos concluir que un sistema de riego automatizado es capaz de regar un cultivo de maíz y mejorar la eficiencia de agua.

Vilca (2021) en su tesis “Estudio para el bombeo de agua mediante la energía solar fotovoltaica aplicado al riego en el sector ganadero de rosaspata ubicado en la cuenca Llallimayo” presentó una solución a la problemática de falta de agua para riego en el sector Rosaspata del distrito de Cupi de la provincia de Melgar, analizando su geografía, clima, fuentes hídricas. Este estudio contempla el estudio de un sistema de riego por aspersión usando energía renovable, con aspersores móviles que abarca una superficie de trabajo de 2.49 ha, para el cultivo de alfalfa. En el diseño agronómico se determinó que el mes más crítico es octubre, siendo su evapotranspiración potencial de 3.35 mm/día, con una precipitación efectiva 8.84mm/día, la necesidad de agua del cultivo es de 95 mm, la demanda de agua del proyecto es de 126.68 mm, la lámina neta es de 66.6mm, la lámina bruta es de 88.7mm, se eligió un marco de riego de 18x18m², el aspersor seleccionado trabajará a 3.5bar para un caudal de 2.600 l/s con un radio de alcance de 15 m, se determinó que 7 aspersores estarán funcionando al mismo tiempo y que el caudal del sistema será de 5 l/s. El diseño hidráulico comprende la línea de conducción, las tuberías secundarias, los laterales de riego, presiones de riego y caudal total, se escogió la bomba de agua más apropiada disponible en el mercado. En el diseño fotovoltaico se determinó una radiación mínima de 5W.h/m²-día, se requiere un total de 18 paneles solares con una potencia de 320w las cuales trabajaran sin necesidad de baterías. El costo aproximado del proyecto de bombeo para el riego de alfalfa es de aproximadamente S/. 41,000, de los cuales se analizó que para la producción de ensilado de alfalfa el valor actual neto es de S/. 121,000 y la tasa interna de

retorno es de 50%, y para la producción de paca de alfalfa el valor neto es de S/. 4,000 y la tasa interna de retorno es de 18%, los cuales nos indican la rentabilidad y factibilidad de los mismos.

Vilchez (2020) en su tesis titulada “Diseño e implementación de un sistema de riego por goteo automatizado para una hectárea de cultivo de durazno en el distrito de la isla - hacia, Cañete” tuvo como propósito determinar de qué manera el diseño e implementación de un sistema de riego por goteo automatizado influyó en la optimización del recurso hídrico para una hectárea de cultivo de durazno en el distrito de la Isla – Asia, Cañete, ya que los escasos del agua es una problemática que viven los agricultores de esta región árida, por el inadecuado uso de este recurso, debido a que usan en su gran mayoría el riego por surcos que es un tipo de riego ineficiente. En esta investigación la solución propuesta fue complementar el riego por goteo, que es un tipo de riego altamente eficiente, con la automatización de la misma, mediante un controlador. Arduino Mega 2560 y una interfaz en Visual Studio, que nos permitió lograr un tipo de riego aún más eficiente. La cual permite a los agricultores de esta zona obtener una mejor calidad de durazno, un ahorro económico de consumo de agua en menos de 6% respecto del consumo de riego por surco con lo cual se preserva para el futuro este líquido vital en la zona de estudio.

Dávalos (2019) en su tesis planteó como objetivo “diseñar un sistema de bombeo fotovoltaico para riego de una hectárea de yuca en el caserío la

Guayaba, distrito de Bellavista, Jaén – Cajamarca. El sistema de bombeo existente funciona con un motor de combustión interna, generando altos costos de operación y mantenimiento, así como también contaminación ambiental. Por lo tanto, surge la alternativa de utilizar energía solar fotovoltaica para bombeo de agua con fines de riego agrícola. En el documento se muestra la evaluación y caracterización del recurso solar disponible para diferentes ángulos de inclinación con datos obtenidos del aplicativo de la NASA, obteniendo como resultado 3,71 kWh/m²/día de radiación solar y un ángulo óptimo de 7,5°” (Dávalos, 2019, p. 11). “También presenta la demanda energética del sistema de bombeo, con una necesidad hídrica de 40 m³/día se requirió 3117,4 Wh/día de energía hidráulica. La elección de la motobomba se realizó en función al caudal pico y la altura total, seleccionando una motobomba solar de corriente continua modelo PS1800 C-SJ8-7. Se seleccionaron 16 paneles fotovoltaicos del tipo LC100-M36, 8 paneles en serie y 2 en paralelo para satisfacer la potencia de generación de 1,72 kW. La evaluación económica resultó con un VAN de \$ 15 976,67 y un TIR 9%” (Dávalos, 2019, p. 11).

Senmache (2018) en su investigación tuvo como objetivo desarrollar e implementar un sistema de riego por goteo alimentado por energía solar fotovoltaica para el cultivo de plantas de palta. Senmache (2018) “La metodología desarrollada se ha concretado en el diseño y dimensionado de una instalación de riego por goteo alimentada por energía solar fotovoltaica en una parcela de 2,18 hectáreas de plantación de palta, también denominada aguacate,

en el distrito de Motupe, provincia y departamento de Lambayeque, quedando así demostrada la viabilidad técnica del uso del suelo como principal” (p. 7). “Los resultados muestran que el análisis económico y financiero tiene un VAN de S/. 100 437,44 soles a una tasa del 12,3% (tasa de interés bancario mínima) en un horizonte de 20 años con una TIR de 40,30% lo que hace viable económicamente nuestro proyecto” (Senmache, 2018, p142). Finalmente, el autor concluye que el sistema de riesgo con energía fotovoltaica resultó rentable económicamente y mejora el rendimiento de la plantación.

2.2 Bases Teóricas:

2.2.1 Sistema de control automatizado

“Un sistema de control se refiere a la interconexión de distintos componentes que proporcionan una respuesta y una acción deseada³⁴. El principal objetivo de los sistemas de control y de regulación automática es, a partir del estudio de un proceso, determinar ciertos parámetros a partir de los cuales se realizan ciertas acciones para lograr resultados esperados. En los circuitos de control normalmente se tiene una entrada, un valor de referencia el cual es el valor deseado y a partir de las necesidades se ejecuta una acción esperada y programada” (Cortes y Vargas, 2020, p. 40).

2.2.2 Control lazo cerrado

Cortes y Vargas (2020) “Los sistemas de control en lazo cerrado son aquellos en los cuales existe una realimentación de la señal de salida o, es decir que la señal de salida tiene efecto directo sobre la acción de control del sistema” (p. 40).

“Un sistema de riego en lazo cerrado, no se detendrá al cabo de un tiempo fijo, sino cuando detecte que se está consiguiendo el valor deseado o de referencia, lo que quiere decir, que la humedad de las plantas es la adecuada según el estudio previo realizado. El sistema actuador se activaría no cada cierto tiempo, sino en el momento en que la humedad se sitúe por debajo del valor determinado” (Cortes y Vargas, 2020, p. 40).



Figura 1. Sistema de control lazo cerrado

2.2.3 Microcontrolador

“Un microcontrolador es un dispositivo electrónico que tiene la capacidad de procesar datos y llevar a cabo procesos lógicos. Dichos procesos o acciones son previamente programados en lenguaje ensamblador por el usuario, y son introducidos en este a través de un programador” (Cortes y Vargas, 2020, p. 43).

Aplicaciones de los microcontroladores

“Los microcontroladores están actualmente presentes controlando el funcionamiento de todo tipo de dispositivos que utilizamos en nuestra vida cotidiana. El uso principal de los microcontroladores es para sistemas embebidos y sistemas de control digital. La mayoría de los dispositivos que normalmente funcionan con energía eléctrica tienen un microcontrolador, estos se pueden encontrar en los electrodomésticos, dispositivos de telefonía celular, computadores, entre muchos otros” (Cortes y Vargas, 2020, p. 43).

2.2.4 Arduino UNO

“La placa Arduino UNO es la mejor placa para iniciar con la programación y la electrónica. Si es tu primera experiencia con la plataforma Arduino, la Arduino UNO es la opción más robusta, más usada y con mayor cantidad de documentación de toda la familia Arduino” (Arduino, s.f.)

“Arduino UNO es una placa basada en el microcontrolador ATmega328P. Tiene 14 pines de entrada/salida digital (de los cuales 6 pueden ser usando con PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de 16Mhz, conexión USB, conector jack de alimentación, terminales para conexión ICSP y un botón de reseteo. Tiene toda la electrónica necesaria para que el microcontrolador opere, simplemente hay que conectarlo a la energía por el puerto USB ó con un transformador AC-DC” (Arduino, s.f.)

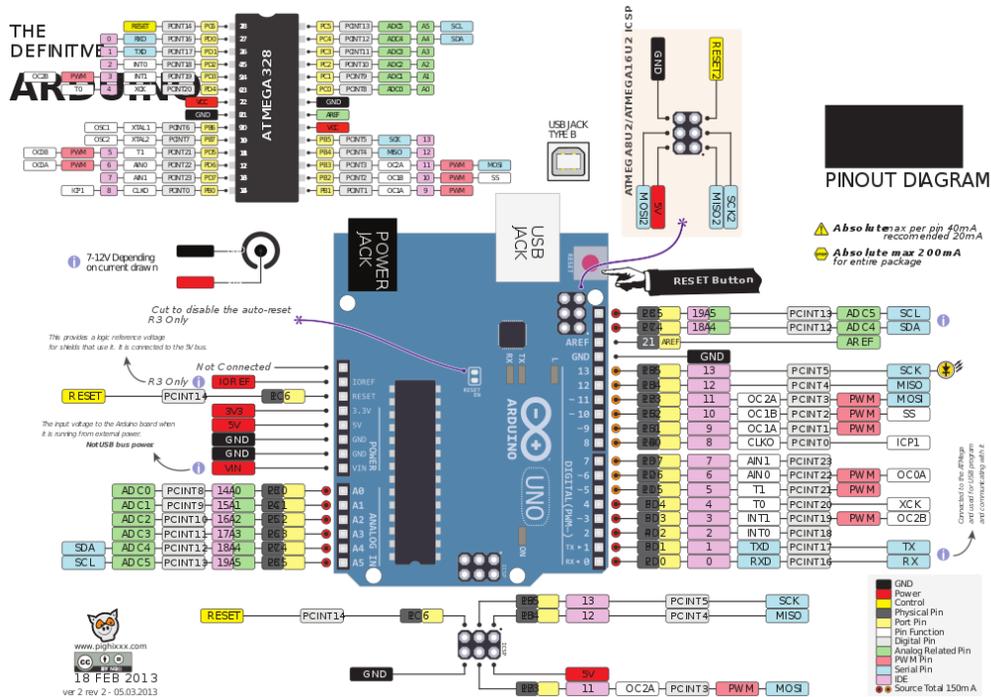


Figura 2. Arquitectura del Arduino UNO

2.2.5 Riego

“El riego consiste en aportar agua al sustrato, para que las plantas (hortalizas, pastos, hierbas, ornamentales, etc.) puedan crecer y/o desarrollarse. Ésta es una actividad necesaria tanto en la hidroponía, como en la agricultura tradicional y la jardinería” (Ramírez y Vergara, 2020, p. 30).

2.2.6 Sistema de riego

“Los sistemas de riego ofrecen una serie de ventajas que posibilitan racionalizar el agua disponible. Cualquier sistema de riego debe someterse a un estudio previo para determinar si es el más idóneo, tomando en consideración desde el tipo de vegetación, hasta la forma de distribuir el agua para obtener el mejor

rendimiento. Los instrumentos de control de riego: programadores, higrómetros, detectores de lluvia, etc, deben distribuirse en función de la orografía, las capacidades hídricas del suelo, las plantaciones, etc” (Ramírez y Vergara, 2020, p. 30).

2.2.7 Sistema automatizado de riego

“Un sistema de riego automatizado está constituido por sensores y equipos programables que ayudan al regadío de plantas ornamentales o de cualquier otro cultivo, mediante órdenes que son asignadas por un computador, como a la hora y el tiempo que debe realizar el riego o la cantidad de agua necesaria para las mismas” (Laverde, 2016, p. 43).

“El riego automatizado es un sistema construido para la distribución de agua a las plantas de manera controlada por ciertos parámetros previamente definidos, por medio de sistemas de aspersión, micro aspersión o goteo. Este sistema permite repartir el agua en la ubicación, cantidad, frecuencia y horario que se programe según las necesidades²¹. Un sistema de riego controlado y automatizado es una de las alternativas más cómodas y productivas para regar los cultivos o plantas ya que permite ahorrar tiempo y agua, además garantiza que condiciones óptimas para las plantas” (Cortes y Vargas, 2020, p. 32).

2.2.8 Principio de funcionamiento del riego automatizado

“Los sensores ayudan a automatizar cualquier sistema de riego mejorando su funcionamiento para evitar el despilfarro de agua, dependiendo del tipo de sensor (humedad, temperatura, viento) mide magnitudes físicas o químicas llamadas

variables del entorno y las transformarlas en variables eléctricas para enviar la información obtenida al sistema de control para que este tome la decisión de realizar el riego” (Laverde, 2016, p. 43).

2.2.9 Tipos de sensores para el uso en sistema de riesgo

“Los sensores son dispositivos electrónicos que tienen la capacidad de medir magnitudes físicas como la temperatura, iluminación, humedad, movimiento, presión, entre otros; y capaz de convertir el valor medido en una señal eléctrica ya sea analógica o digital para su posterior procesamiento” (Cortes y Vargas, 2020, p. 32).

- **Sensor de humedad**

“Son sensores que pueden detectar el nivel de líquido dentro del área de riego de un cultivo, para determinar cuándo se debe o no aplicar agua las plantas” (Laverde, 2016, p. 43).

- **Sensor de lluvia**

“Este tipo de sensores al momento de detectar un ambiente de lluvia se encarga de detener el interruptor del sistema de riego para que este se apague en caso de que esté en funcionamiento” (Laverde, 2016, p. 43).

- **Sensores de temperatura**

“A pesar de que este tipo de sensores son usados para la detección de incendios o la regulación de sistemas de calefacción, su aplicación también sirve para riego de cultivos mediante la obtención de la

temperatura del ambiente, dependiendo de la intensidad de este y de cómo haya sido programado el sistema empieza con el riego de agua.

Estos 3 tipos de sensores son los encargados de proporcionar los datos de entrada para el sistema, para procesarlos y tomar las decisiones de acuerdo a la información obtenida” (Laverde, 2016, p. 43).

- **Temporizadores de riego**

“Un temporizador es un dispositivo electrónico programable que funciona en base al tiempo para el cual este determinado para realizar una actividad o proceso que se necesite controlar, muy aparte de los sensores anteriormente mencionados, también se puede usar un temporizador los cuales dependiendo de la hora o lapsos de tiempo que hayan sido programados van a realizar el respectivo riego de agua en cultivos o jardines” (Laverde, 2016, p. 43).

2.2.10 Sensor de temperatura y humedad DTH11

Sensor de temperatura y humedad ambiente DHT11: Es un sensor digital de temperatura y humedad relativa, de bajo costo y fácil uso. Integra un sensor capacitivo para medir humedad y un termistor para medir el aire circundante. Muestra los datos por medio de una salida digital. En la figura 3 se puede observar el sensor de temperatura y humedad con sus respectivos pines.

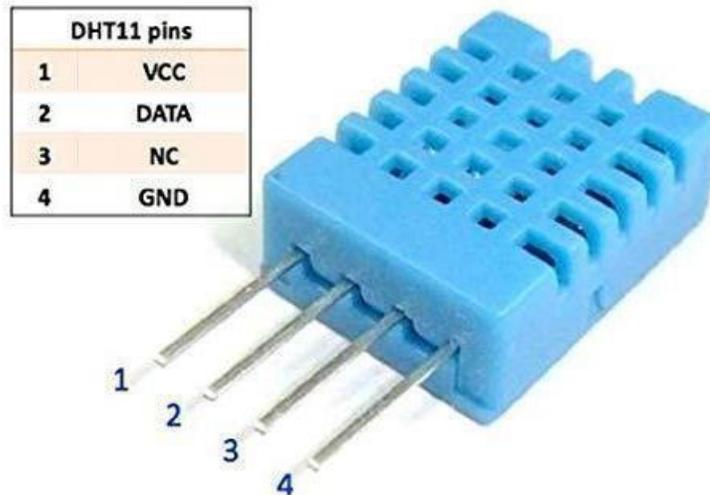


Figura 3. Sensor DTH 11

2.2.11 Acondicionamiento de señal

“La señal de salida de un sensor normalmente no es válida para el respectivo procesamiento por los circuitos actuadores, por lo cual es necesario ser adaptada y amplificada. En los casos en que la señal de salida del sensor no es lineal y depende de las condiciones de funcionamiento como la temperatura y la tensión de alimentación, es necesario linealizar el sensor, así como compensar sus variaciones; para estos casos se realiza un acondicionamiento de la señal” (Cortes y Vargas, 2020, p. 35).

2.2.12 Pantalla LCD 16X2

“Para la visualización del valor de cada una de las variables monitoreadas se escogió una pantalla lcd la cual mostrara los valores en tiempo real leídos por los sensores como lo son temperatura ambiental, humedad ambiental y humedad del suelo” (Cortes y Vargas, 2020, p. 66).

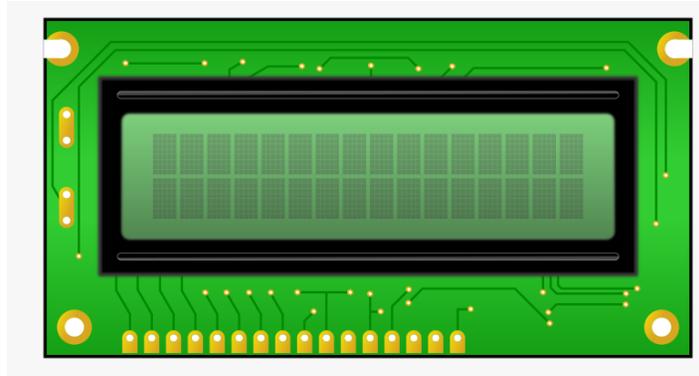


Figura 4. Pantalla LCD 16X2

2.2.13 Humedad en las plantas

“La humedad es importante para que la fotosíntesis sea posible. En el caso de los Anthurium, una buena humedad alrededor de la planta es todavía más importante que en otros cultivos, porque la planta únicamente puede absorber una pequeña cantidad de humedad y, por tanto, evapora menos agua que el resto de plantas. Si la planta pierde demasiada agua, las estomas se cerrarán, lo cual provocará que la fotosíntesis se frene. Si esto sucede, no podrá absorber más CO₂, y el CO₂ es necesario para mantener en marcha la fotosíntesis” (Ramírez y Vergara, 2020, p. 39).

2.2.14 Sistema fotovoltaico

“Un sistema fotovoltaico en la agrupación y trabajo en conjunto de ciertos componentes eléctricos para lograr la transformación de la energía solar en energía eléctrica utilizable para cualquier aparato o dispositivo eléctrico convencional, una casa, un negocio o dentro del área de la industria. El funcionamiento de un sistema fotovoltaico es posible gracias a los paneles solares, a través del efecto fotoeléctrico,

la energía solar se convierte en energía eléctrica de corriente continua” (Guachamain, 2021, p. 21).

2.2.15 Fenómeno fotovoltaico

“El efecto fotovoltaico se produce cuando un fotón impacta con un electrón de la última órbita de un átomo de silicio, este último electrón se denomina como electrón de valencia, el cual recibe la energía con la que viaja el fotón, mismo que es una partícula de luz radiante. Si dicha energía que adquiere el electrón supera la fuerza de atracción del núcleo, este sale de su órbita y queda libre del átomo y por lo tanto puede viajar a través del material, es importante mencionar que cada material semiconductor tiene una energía mínima que permite liberar electrones de sus átomos, sin embargo no todos los fotones logran separar electrones, debido a que atravesar un material implica que siempre existe una cierta pérdida energética misma que en el momento de la colisión estos fotones ya han perdido demasiada energía para desplazar un electrón” (Guachamain, 2021, p. 23).

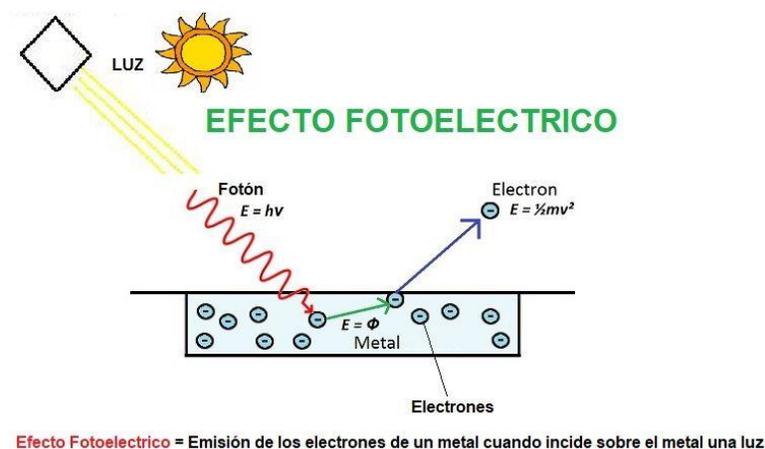


Figura 5. Efecto fotoeléctrico

2.2.16 Panel solar o módulo fotovoltaico

“Un módulo fotovoltaico es la conexión de celdas en paralelo para aumentar la corriente y / o serie, para aumentar el voltaje. Para conectar una placa fotovoltaica, hay plantas que deben garantizarse con excelentes medidas, especialmente en la soldadura. Son en su mayor parte utilizados, metales (grandes conductos) y gafas. Los tipos de paneles solares vienen dados por la tecnología de fabricación de las células, y son fundamentalmente” (Arévalo, Viena, Fababa y Lázaro, 2019, p. 19):

- Silicio cristalino (monocristalino y multicristalino).
- Silicio amorfo.

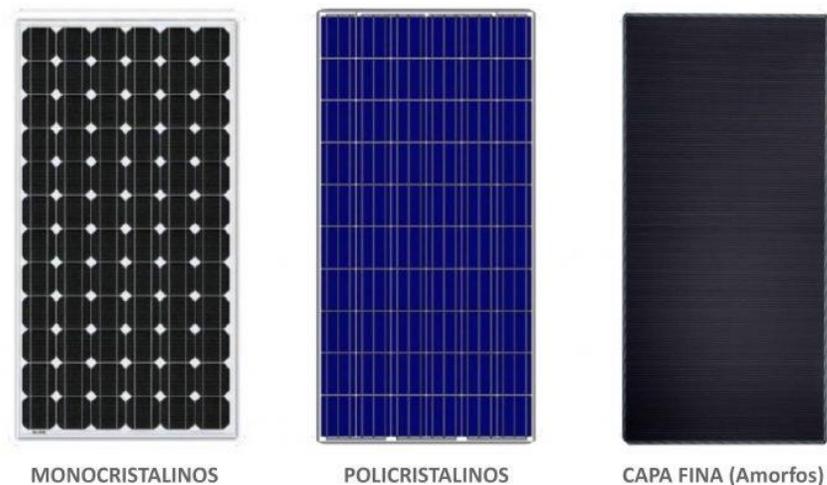


Figura 6. Tipos de paneles solares

Intensidad de la célula accionada por el sol: “La potencia otorgada por una celda de tamaño estándar (por ejemplo, 10 cm) es pequeña (alrededor de 1 W o 2 W), por lo que en su mayor parte será importante relacionar algunas de ellas para dar la capacidad fundamental a la celda. Disposición fotovoltaica del establecimiento. Es a

partir de esta realidad que surge la idea de una placa solar o un módulo fotovoltaico, cuyos componentes y atributos hemos observado recientemente” (Arévalo, Viena, Fababa y Lázaro, 2019, p. 19)

2.2.17 Conexión de módulos serie

“Lo que estamos haciendo es interconectar un polo positivo de un módulo con el negativo del siguiente módulo. Esto aumenta el voltaje y mantiene una corriente generada” (Arévalo, Viena, Fababa y Lázaro, 2019, p. 20).

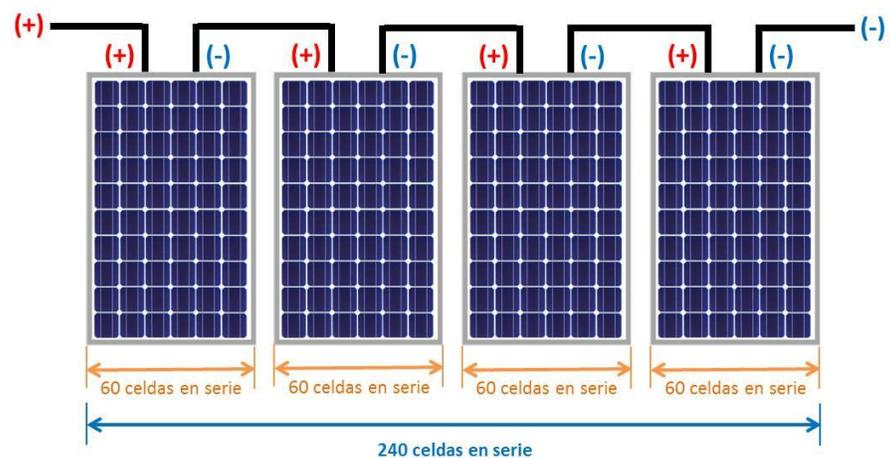


Figura 7. Conexión en serie de módulos fotovoltaicos

2.2.18 Conexión de módulo en paralelo

“Cuando asociamos los paneles en paralelo, lo que estamos haciendo es conectar todos los polos positivos y todos los polos negativos por separado. Con esto, tenemos la oportunidad de producir el flujo creado (incorporar la calidad eléctrica de

los paneles) y mantener el voltaje fijo” (Arévalo, Viena, Fababa y Lázaro, 2019, p. 19).

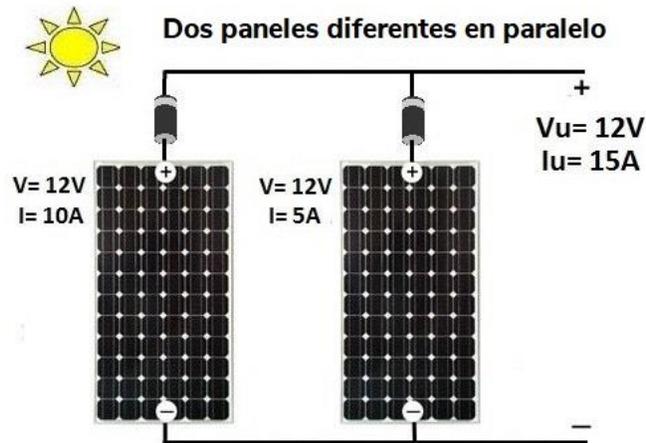


Figura 8. Conexión en paralelo de módulos fotovoltaicos

2.2.19 Rendimiento de un panel fotovoltaico

Guachamain (2021). “Los paneles fotovoltaicos presentan una serie de incidencias que influyen directamente en su rendimiento esto debido a que existe tantos parámetros ambientales, de la fabricación de equipos y las condiciones del lugar donde se va a implementar que determinan un criterio de influencia entre ellos se tienen” (p.24):

- Energía de los fotones incidentes
- Perdidas por flexión parcial
- Perdidas por efecto de sombra
- Efecto de la temperatura

“Uno de los efectos de mucha incidencia, es la temperatura de operación de las celdas debido a que la corriente aumenta en función de la temperatura, pero el voltaje disminuye en una cantidad mayor y por lo tanto la potencia de generación también disminuye en un porcentaje mayor como se muestra en la curva característica, sin embargo, se considera una temperatura optima de eficiencia de 25°C” (Guachamain, 2021, p. 24).

2.2.20 Posición y orientación de los paneles.

“La posición y orientación de los paneles fotovoltaicos dependerá del lugar donde se van a implementar debido a la estructuración de la forma de la tierra, en el cual la latitud como longitud determinaran el ángulo de posición de los paneles para que estos tengan una mayor captación solar, así mismo durante ciertas etapas de año pueden entrar en una nueva posición dependiendo incluso la estación, pero en muchos casos y en diferentes aplicaciones, la ubicación de los paneles es de manera fija, pero el objetivo principal es que estén orientados hacia el sol en una posición perpendicular, para que los paneles solares tenga una máxima efectividad, sin embargo como anteriormente se manifestó la mayoría de instalaciones de paneles solares tiene posición fija” (Guachamain, 2021, p. 24).



Figura 9. Captación solar

2.2.21 Inversor fotovoltaico

“Los inversores fotovoltaicos son dispositivos que mediante su estructura interna tienen el fin de transformar la energía generada por la instalación fotovoltaica, misma que se transmite en forma de corriente continua a corriente alterna, energía común para ser utilizada por cualquier tipo de carga que obviamente se encuentre dentro del rango moderado de consumo que genere el sistema solar” (Guachamin, 2021, p. 26).



Figura 10: Inversor fotovoltaico

2.3. Definición de términos básicos:

- ✓ Agua: “Del latín aqua, el agua es una sustancia cuyas moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. Se trata de un líquido inodoro (sin olor), insípido (sin sabor) e incoloro (sin color), aunque también puede hallarse en estado sólido (cuando se conoce como hielo) o en estado gaseoso (vapor)” (Ramírez y Vergara, 2020, p. 53).

- ✓ Humedad: La humedad es un factor climatológico que se define como vapor de agua contenido en la atmósfera. Como es sabido, las dos terceras partes de la tierra, se encuentran cubiertas por agua (océanos, ríos, lagos) de las cuales proviene el vapor de agua. Este vapor de agua permite la formación de las nubes, las cuales a su vez colaboran con la humedad del ambiente, cuando al condensarse se precipitan a la tierra en forma de lluvia o nieve. (Ramírez y Vergara, 2020, p. 53).

- ✓ Humedad relativa alta: “Cuando la humedad relativa está en niveles altos, es decir superiores al 85%, favorece el desarrollo de enfermedades y daños en los frutos, como lo son: Manchado, produciendo la maduración por partes, asociados a una deficiencia de potasio; grietas o rajaduras radiales o concéntricas y malformación” (Cortes y Vargas, 2020, p. 55).

- ✓ Humedad relativa baja: “Cuando la humedad relativa está en niveles bajos y la temperatura es alta se debe garantizar la circulación de aire hacia el recinto donde se encuentran las plantas. Esta situación, además, origina un mayor nivel de transpiración, y puede causar estrés hídrico, mayor actividad en la raíz y cierre estomático, lo que reduce la actividad fotosintética de la planta y la absorción de recurso hídrico y nutrientes. La humedad relativa baja en niveles muy bajos seca el polen y generando problemas en la germinación produciendo frutos pequeños, deformes y huecos” (Cortes y Vargas, 2020, p. 55).

- ✓ Módulo relé: “El relé (en francés relais, “relevo”) o relevador es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por Joseph Henry en 1835” (Ramírez y Vergara, 2020, p. 50).

- ✓ Régimen de flujo: “El régimen de flujo describe las características físicas del flujo de un cuerpo líquido (río, arroyo, lago, etc. en las diferentes épocas del año con respecto a sus niveles, caudales, el tiempo de duración, sus máximos y mínimos, sus niveles promedio alcanzados, etc.” (Ramírez y Vergara, 2020, p. 44).

- ✓ Riego: “El riego consiste en aportar agua al sustrato, para que las plantas (hortalizas, pastos, hierbas, ornamentales, etc.) puedan crecer y/o desarrollarse. Ésta es una actividad necesaria tanto en la hidroponía, como en la agricultura tradicional y la jardinería” (Ramírez y Vergara, 2020, p. 53).

- ✓ Sensores: “El término sensor se refiere a un elemento de medición que detecta la magnitud de un parámetro físico y lo cambia por una señal que puede procesar el sistema. Al elemento activo de un sensor se le conoce comúnmente como transductor. El diseño de sensores y transductores siempre involucra alguna ley o principio físico o químico que relaciona la cantidad de interés con algún evento medible” (Ramírez y Vergara, 2020, p. 53).

2.3. Hipótesis e investigación

2.3.1. Hipótesis general

- El sistema automatizado con energía solar se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023.

2.3.2. Hipótesis específicas

- El circuito de control se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023.
- Las señales externas se relacionan significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023.
- El panel solar se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023.

2.4. Operacionalización de las variables

Las variables de investigación se presentan a continuación:

- **Variable 1:** Sistema automatizado con energía solar
- **Variable 2:** Mejora del riego agrícola

2.4.1 Matriz de Operacionalización de variables

Cuadro 1.

Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Sistema automatizado con energía solar	Sistema que cuenta con un circuito de control que capta las señales externas del medio ambiente y es alimentado mediante un panel solar.	Será medido a través del nivel de confiabilidad y su relación con la aceptación del agricultor	X.1.- Circuito de control	X.1.1 Microcontrolador X.1.2 Programación X.1.2 Acondicionamiento de señales	Encuesta para registrar información sobre la variables independiente y dependiente
			X.2.- Señales externas	X.2.1 Sensor de temperatura X.2.2 Sensor de humedad X.2.3 Electroválvulas	
			X.3.- Panel solar	X.3.1 Capacidad de almacenamiento X.3.2 Tipos X.3.3 Rasgos únicos	
Mejora del riego agrícola	La eficiencia del riego agrícola permite la reducción de costos y hace posible una sostenibilidad a largo plazo, para optimizar la calidad y cantidad de la producción.	Será medido a través de la calidad de servicio que brinde al campo agrícola	Y.1.- Eficiencia del riego	Y.1.1 Cantidad de agua total Y.1.2 Cantidad de agua suministrada por planta	
			Y.2.- Reducción de costos	Y.2.1 Beneficio económico Y.2.2 Presupuesto	
			Y.3.- Sostenibilidad a largo plazo	Y.3.1 Energía renovable Y.3.2 Calidad del producto	

Nota: Elaboración propia.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación, pertenece al tipo de investigación aplicada - descriptiva. “La investigación descriptiva es de lejos el tipo de investigación más usado. A menudo, las organizaciones la usan como una forma de revelar y medir la firmeza de las opiniones, actitudes o comportamientos de un grupo objetivo respecto a un tema específico” (Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez, 2014, p. 183).

3.1.2 Nivel de Investigación

El nivel de la presente investigación es correlacional, según Hernández Sampiere (2014) “es un tipo de estudio que tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular” (p.126)

3.1.3 Diseño

La investigación será no experimental, dado que lo se busca es, “(...) establecer el grado de correlación o de asociación entre una variable (X) y otra variable (Y) que no sean dependientes una de la otra” (Ñaupas, Mejía, Novoa, & Villagómez, 2014, p. 343).

3.1.4 Enfoque

Este trabajo de investigación tendrá un enfoque mixto, debido a que se adapta mejor con las definiciones y necesidades de la problemática.

Al respecto el enfoque mixto, “pretende conjugar los procedimientos de la investigación cuantitativa con los de la investigación cualitativa, en el convencimiento de que el reduccionismo, el extremismo en la investigación no conducen a nada bueno” (Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez, 2014, p. 99)

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población estuvo conformada por 100 agricultores del Valle de Sayan

3.2.2 Muestra

La muestra se calculó mediante la siguiente formula

$$n = \frac{N \times p \times q \times Z^2}{e^2 \times (N - 1) + p \times q \times Z^2}$$

Donde:

n → Tamaño de la muestra

N → Tamaño de la población

e → Margen de error admitido 5%

p → Parámetro estadístico de la población (0.5)

q → Parámetro estadístico de la población (0.5)

Z → Número de desviaciones estándar con respecto a p. Para 95%

(Z=1.96)

$$n = \frac{100 \times 0.5 \times 0.5 \times 1.96^2}{\frac{5^2}{100} \times (100 - 1) + 0.5 \times 0.5 \times 1.96^2}$$

$$n = 80$$

Tamaño de muestra es de 80 personas.

3.3 Técnica para la recolección de datos

Corrección y tabulación de datos en el software SPSS: Luego de la aplicación del cuestionario se procede a registrar la información obtenida en el software SPSS.

Elaboración de cuadros y gráficos estadísticos: Aplicando las herramientas del software que relación bivariado se obtendrán los resultados mediante gráficas y cuadros estadísticos.

Análisis e interpretación de datos: De los resultados obtenidos se realiza el análisis e interpretación acorde a las hipótesis planteadas.

3.4 Matriz de consistencia

Cuadro 2.

Matriz de Consistencia: “DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON ENERGÍA SOLAR PARA LA MEJORA DEL RIEGO AGRÍCOLA EN EL VALLE DE SAYÁN – 2023”

PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	VARIABLES	INSTRUMENTOS
<p>Problema general ¿Cómo se relaciona el sistema automatizado con energía solar y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023?</p> <p>Problemas específicos ¿Cómo se relaciona el circuito de control y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023? ¿Cómo se relacionan las señales externas y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023? ¿Cómo se relaciona el panel solar y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023?</p>	<p>Objetivo general Determinar si el sistema automatizado con energía solar se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023</p> <p>Objetivos específicos Determinar si el circuito de control se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023 Determinar si las señales externas se relacionan significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023 Determinar si el panel solar se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023</p>	<p>Justificación metodológica Mediante el diseño de un sistema automatizado de riego se busca racionalizar de mejor manera el uso de agua. Para lograr suministrar de energía el sistema automatizado se empleará energía solar, de esta manera se busca asegurar su sostenibilidad.</p>	<p>Hipótesis general El sistema automatizado con energía solar se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023.</p> <p>Hipótesis específicas El circuito de control se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023. Las señales externas se relacionan significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023. El panel solar se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023.</p>	<p>Variable 1: Sistema automatizado con energía solar</p> <p>Variable 2: Mejora del riego agrícola</p>	<p>Ficha para registrar datos de las variables independiente y dependiente.</p>

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

A continuación, se presenta los resultados del diseño para un sistema automatizado con energía solar.

En la figura 11 se aprecia la conexión entre el Arduino UNO y el DHT 11, el pin 8 se conecta a la señal de salida OUT del DHT 11, el pun GND a (-) y el pin +5v a (+).

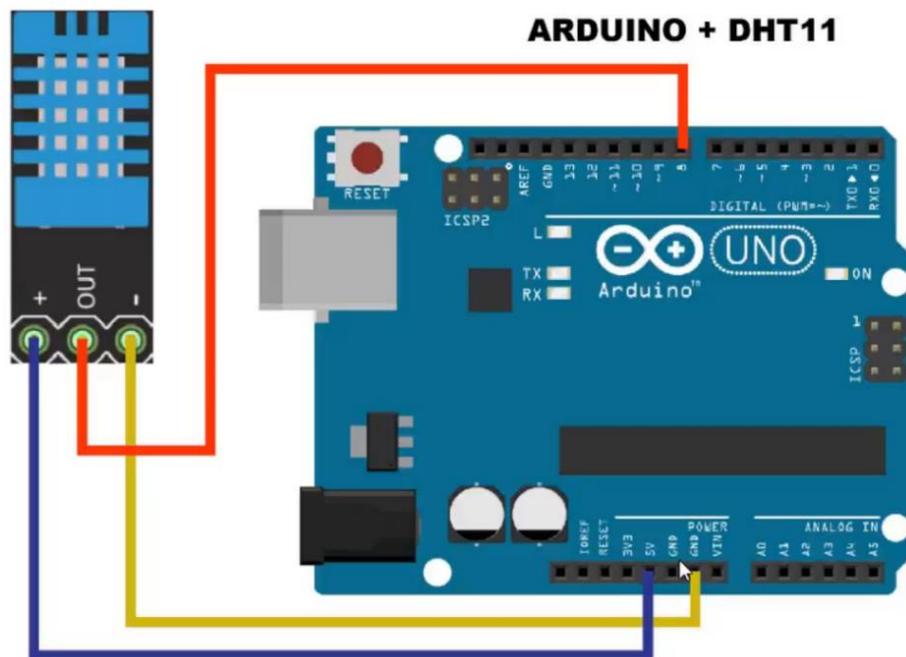
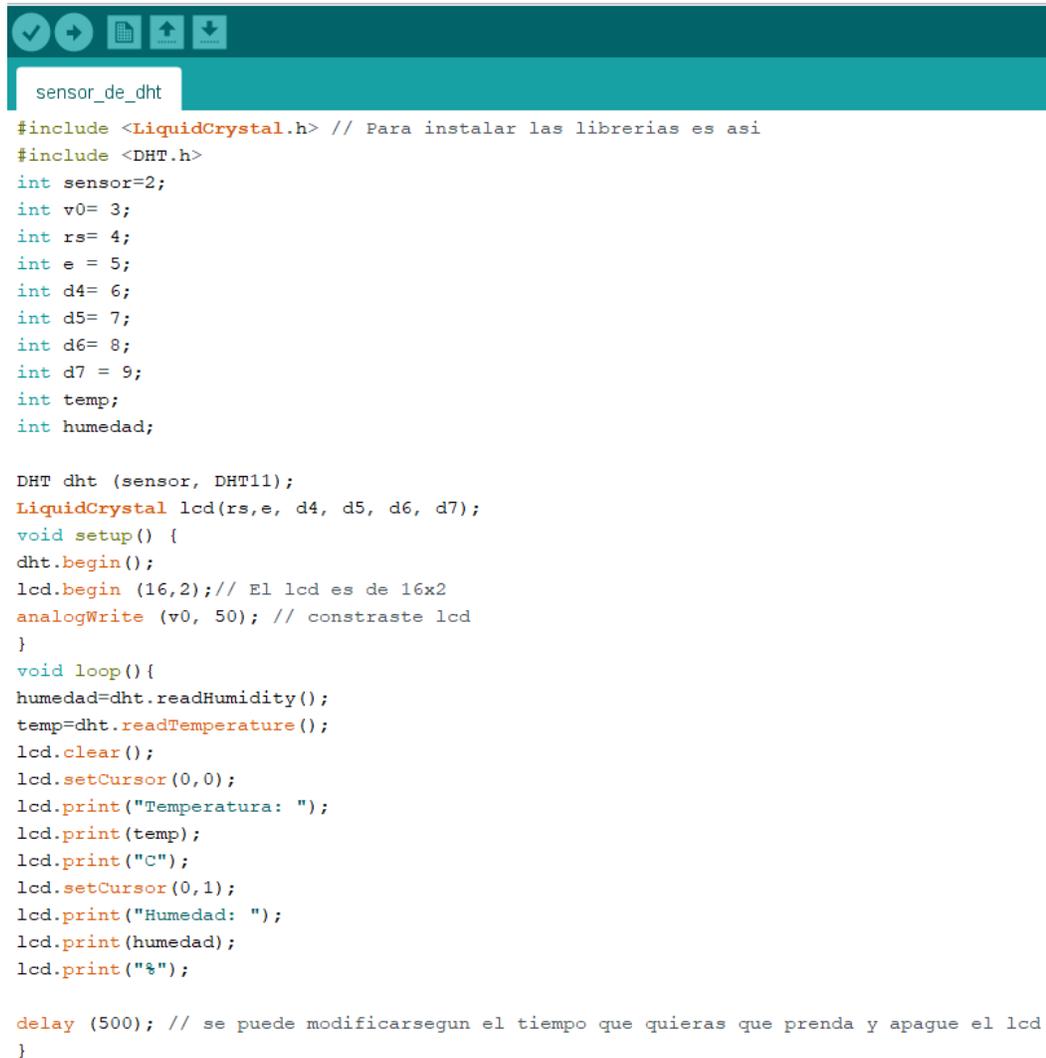


Figura 11. Esquema de conexión Arduino UNO y DHT11

En la figura 12 se presenta el código sensor_de_dht para el control del sensor de humedad y temperatura, y la pantalla lcd 16x2. Se incluye las librerías <LiquidCrystal.h> y <DHT.h>.



```

sensor_de_dht
#include <LiquidCrystal.h> // Para instalar las librerias es asi
#include <DHT.h>
int sensor=2;
int v0= 3;
int rs= 4;
int e = 5;
int d4= 6;
int d5= 7;
int d6= 8;
int d7 = 9;
int temp;
int humedad;

DHT dht (sensor, DHT11);
LiquidCrystal lcd(rs,e, d4, d5, d6, d7);
void setup() {
dht.begin();
lcd.begin (16,2); // El lcd es de 16x2
analogWrite (v0, 50); // constraste lcd
}
void loop(){
humedad=dht.readHumidity();
temp=dht.readTemperature();
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Temperatura: ");
lcd.print(temp);
lcd.print("C");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Humedad: ");
lcd.print(humedad);
lcd.print("%");

delay (500); // se puede modificarsegún el tiempo que quieras que prenda y apague el lcd
}

```

Figura 12. Programación del Arduino UNO

En la figura 13 se muestra la simulación del diseño electrónico entre el Arduino UNO, el sensor DHT11 y la pantalla LCD. El porcentaje de humedad y temperatura se puede visualizar en el LCD 16X2

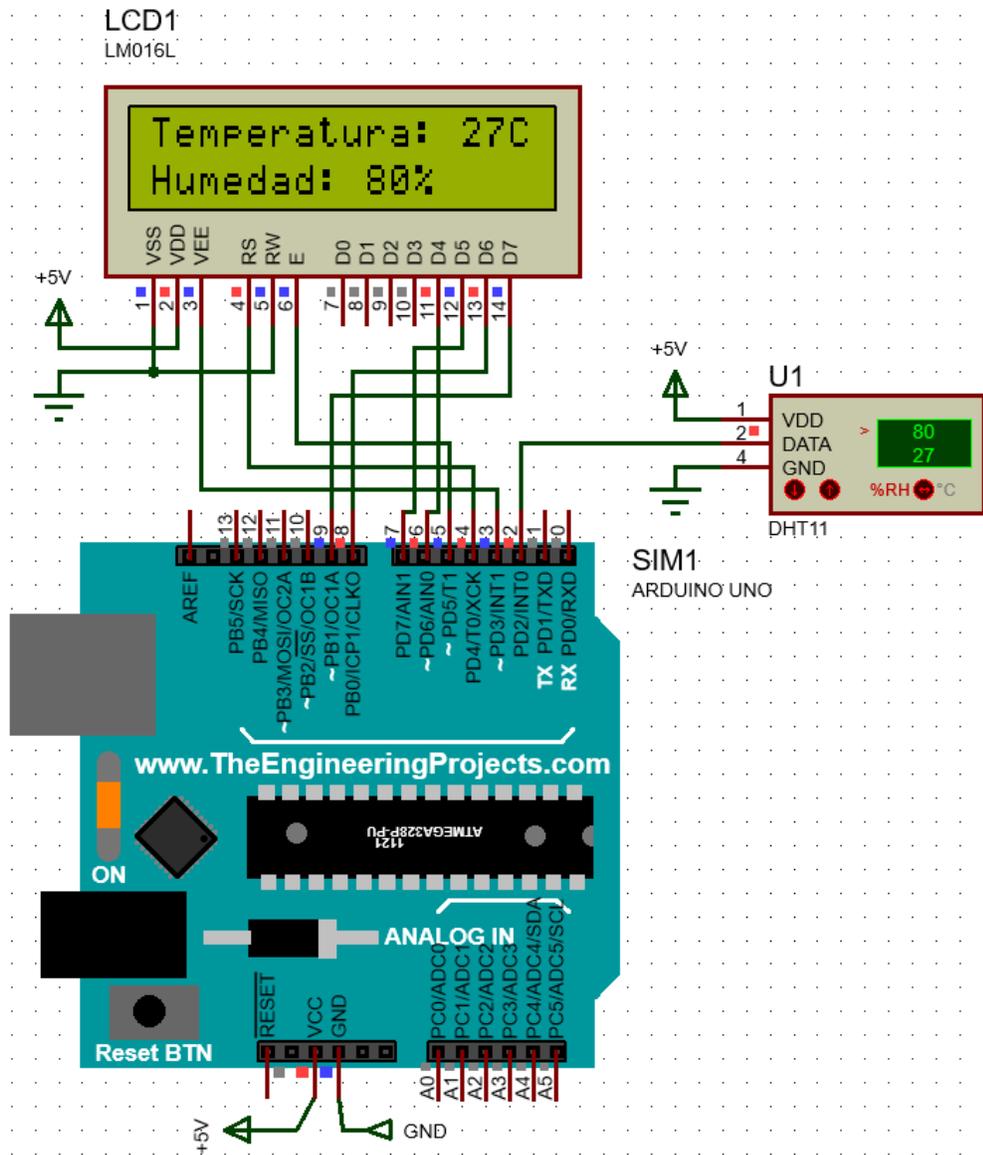


Figura 13. Simulación en el software de proteus 8.12

Tabla 1.

Propuesta de presupuesto para el sistema automatizado

Materiales	Costo (Nuevos Soles)
Dispositivos electrónicos	
Arduino UNO	120.00
Sensor DHT11	15.00
Resistencias	5.00
Condensadores	5.00
Pantallas LCD	15.00
Protoboard	20.00
Borneras	25.00
Cargadores 5V	150.00
Fibra de vidrio	50.00
Cables	12.00
Molex	10.00
Otros dispositivos electrónicos	100.00
Celdas solares	220.00
Sub Total	747.00
Imprevistos (10% del subtotal)	74.70
TOTAL: (S/.)	821.70

4.2 Contrastación de hipótesis

Hipótesis General

Hipótesis Alternativa: El sistema automatizado con energía solar se relaciona significativamente la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023.

Hipótesis nula: El sistema automatizado con energía solar no guarda relación significativa con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023.

Tabla 2.

Correlación hipótesis general

Correlación entre sistema automatizado con energía solar y la mejora del riego agrícola				
			Sistema automatizado con energía solar	Mejora del riego agrícola
Rho de Spearman	Sistema automatizado con energía solar	Coefficiente de correlación	1,000	,886**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	80	80
	Mejora del riego agrícola	Coefficiente de correlación	,886**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	80	80

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Como se muestra en la tabla se obtuvo un coeficiente de correlación de $r=0.886$, con una $p=0.000$ ($p<0.05$) con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Por lo tanto, se puede evidenciar estadísticamente que existe una relación entre el sistema automatizado con energía solar y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán 2023. Así mismo se aprecia que el coeficiente de correlación es de una magnitud positiva alta.

Hipótesis específica 1

Hipótesis Alternativa: El circuito de control se relaciona significativamente la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023.

Hipótesis nula: El circuito de control no guarda relación significativa con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023.

Tabla 3.

Correlación hipótesis específica 1

Correlación entre el circuito de control y la mejora del riego agrícola				
			Circuito de control	Mejora del riego agrícola
Rho de Spearman	Circuito de control	Coeficiente de correlación	1,000	,802**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	80	80
	Mejora del riego agrícola	Coeficiente de correlación	,802**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	80	80

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Como se muestra en la tabla se obtuvo un coeficiente de correlación de $r=0.802$, con una $p=0.000$ ($p<0.05$) con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Por lo tanto, se puede evidenciar estadísticamente que existe una relación entre el circuito de control y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán 2023. Así mismo se aprecia que el coeficiente de correlación es de una magnitud positiva alta.

Hipótesis específica 2

Hipótesis Alternativa: Las señales externas se relacionan significativamente la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023.

Hipótesis nula: Las señales externas no guardan relación significativa con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023.

Tabla 4.

Correlación hipótesis específica 2

Correlación entre las señales externas y la mejora del riego agrícola			Señales externas	Mejora del riego agrícola
Rho de	Señales externas	Coefficiente de correlación	1,000	,776**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	80	80
Spearman	Mejora del riego agrícola	Coefficiente de correlación	,776**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	80	80

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Como se muestra en la tabla se obtuvo un coeficiente de correlación de $r=0.776$, con una $p=0.000$ ($p<0.05$) con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Por lo tanto, se puede evidenciar estadísticamente que existe una relación entre las señales externas y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán 2023. Así mismo se aprecia que el coeficiente de correlación es de una magnitud positiva alta.

Hipótesis específica 3

Hipótesis Alternativa: El panel solar se relaciona significativamente la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023.

Hipótesis nula: El panel solar no guarda relación significativa con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023.

Tabla 5.

Correlación hipótesis específica 3

Correlación entre el panel solar y la mejora del riego agrícola			Panel solar	Mejora del riego agrícola
Rho de	Panel solar	Coefficiente de correlación	1,000	,876**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	80	80
Spearman	Mejora del riego agrícola	Coefficiente de correlación	,776**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	80	80

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Como se muestra en la tabla se obtuvo un coeficiente de correlación de $r=0.876$, con una $p=0.000(p<0.05)$ con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Por lo tanto, se puede evidenciar estadísticamente que existe una relación entre el panel solar y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán 2023. Así mismo se aprecia que el coeficiente de correlación es de una magnitud positiva alta.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1 Discusión de los resultados

Los resultados estadísticos demuestran que existe una relación directa y significativamente entre: El sistema automatizado con energía solar y la mejora del riesgo agrícola en el valle de Sayán – 2023; debido a la prueba de Rho de Sperman tiene un coeficiente de correlación igual a 0,886; representando una correlación significativa positiva entre las variables estudiadas.

Luego analizamos estadísticamente por dimensiones las variables, en la primera dimensión se puede apreciar que también presenta una relación directa entre: el circuito de control y la mejora del riesgo agrícola en el valle de Sayán – 2023; debido a la prueba de Rho de Sperman tiene un coeficiente de correlación igual a 0,802; representando una correlación significativa positiva entre las variables estudiadas.

En la segunda dimensión se puede apreciar que también presenta una relación directa entre: Las señales externas y la mejora del riesgo agrícola en el valle de Sayán – 2023; debido a la prueba de Rho de Sperman tiene un coeficiente de correlación igual a 0,776; representando una correlación significativa positiva entre las variables estudiadas.

En la tercera dimensión se demuestra que existe una relación directa entre: el panel solar y la mejora del riesgo agrícola en el valle de Sayán – 2023; debido a la prueba de Rho de Sperman tiene un coeficiente de correlación igual a 0,876; representando una correlación significativa positiva entre las variables estudiadas.

De los resultados obtenidos se coinciden con los mencionados por Guachamin (2019) quien afirma: “mediante un controlador y el uso de energía fotovoltaicas se puede mejorar el sistema de riesgo en el sector agrícola”. De forma similar en relación a los

resultados obtenidos por Perales y Leython (2021) quienes mencionan que los sistemas de riego automatizado son capaces de regar de forma óptima un cultivo a través de su etapa de crecimiento con diferentes factores ambientales a favor y en contra”

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Podemos concluir:

- Existe una relación significativamente positiva entre el sistema automatizado con energía solar y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.886, representando una asociación alta.
- Existe una relación significativamente positiva entre el circuito de control y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.802, representando una asociación alta.
- Existe una relación significativamente positiva entre las señales externas y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.776, representando una asociación alta.
- Existe una relación significativamente positiva entre el panel solar y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.876, representando una asociación alta.

6.2 Recomendaciones

- Aumentar la cantidad de electroválvulas que se necesiten de acuerdo al tamaño de cada campo de cultivo.
- Cambiar el Arduino UNO por un microcontrolador para proyectos a mayor escala.
- Adicional una interfaz gráfica mediante el internet de la cosas (IoT) para monitorear el proceso de forma remota.

REFERENCIAS

7.1 Referencias bibliográficas

- Guachamin, O. S. (2021). Diseño de un sistema de riego autosustentable solar para la producción de plántulas en el centro de capacitación en agroecología cinco provincia de Pichincha. (Tesis pre grado). Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador.
- Laverde, J. (2016). Sistemas de riego automatizados. Sistema automatizado de riego por aspersión para el jardín ubicado en la parte lateral del bloque de aulas #2 de UNIANDES Quevedo, 43. Quevedo, Ecuador: Universidad de los Andes
- Montaluisa, T. L. y Vargas, F. G. (2021). Diseño e implementación de un sistema de riego inteligente para incrementar el rendimiento en los cultivos basado en energía solar fotovoltaica. (Tesis pre grado). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Sangolguí, Ecuador.
- Ñaupas-Paitán, H., Mejía-Mejía, E., Novoa-Ramírez, E., & Villagomez-Páucar, A. (2014). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis (4th ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Pedraza, C. G. (2020). Proyecto de riego utilizando energía solar para el cultivo de limones en la finca contador del municipio de Viani. (Tesis pre grado). Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.
- Ramírez, E. J. y Vergara, J. D. (2020). Sistema de riego automatizado basado en IoT utilizando variables ambientales para cultivos de berenjena en la finca la esperanza del municipio de Chinú-Córdoba. (Tesis pre grado). Universidad de Córdoba, Córdoba, Colombia.

7.2 Referencias electrónicas

- Arévalo, E. M., Viena, G., Fababa, R. J. y Lázaro, E. Y. (2019). Dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua para el caserío de Pamashto en Lamas, utilizando energía solar fotovoltaica. Universidad Cesar Vallejo. Tarapoto, Perú.
Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/36050>
- Dávalos, J. (2019). Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para riego agrícola en el caserío la guayaba, distrito de Bellavista, Jaén – Cajamarca. (Tesis pre grado). Universidad Nacional de Jaén. Jaén, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/71>
- Perales, A. N. y Leython, J. M. (2021). Diseño de un sistema de riego automatizado usando la metodología scrum en el consumo de agua de cultivos de maíz de una finca agrícola en Chepén, 2021. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/29531>
- Senmache, M. D. (2018). Diseño de sistema de riego tecnificado Utilizando energía solar fotovoltaica para Plantación de 2,18 ha de paltas en el fundo Prada, distrito de motupe, provincia y Departamento de lambayeque. (Trabajo de investigación). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú.
Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/2635>
- Vilchez, V. C. (2020). Diseño e implementación de un sistema de riego por goteo automatizado para una hectárea de cultivo de durazno en el distrito de la Isla - Asia, Cañete. (Tesis pre grado). Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.
Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/3354>
- Vilca, J. R. (2021). Estudio para el bombeo de agua mediante la energía solar fotovoltaica aplicado al riego en el sector ganadero de Rosaspata ubicado en la

cuenca Llallimayo. (Tesis pre grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno,
Perú. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/15433>

ANEXOS

ANEXO N°1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Matriz de Consistencia: “DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON ENERGÍA SOLAR PARA LA MEJORA DEL RIEGO AGRÍCOLA EN EL VALLE DE SAYÁN – 2023”

PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	VARIABLES	INSTRUMENTOS
<p>Problema general ¿Cómo se relaciona el sistema automatizado con energía solar y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023?</p> <p>Problemas específicos ¿Cómo se relaciona el circuito de control y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023? ¿Cómo se relacionan las señales externas y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023? ¿Cómo se relaciona el panel solar y la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023?</p>	<p>Objetivo general Determinar si el sistema automatizado con energía solar se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023</p> <p>Objetivos específicos Determinar si el circuito de control se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023 Determinar si las señales externas se relacionan significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023 Determinar si el panel solar se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán – 2023</p>	<p>Justificación metodológica Mediante el diseño de un sistema automatizado de riego se busca racionalizar de mejor manera el uso de agua. Para lograr suministrar de energía el sistema automatizado se empleará energía solar, de esta manera se busca asegurar su sostenibilidad.</p>	<p>Hipótesis general El sistema automatizado con energía solar se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023.</p> <p>Hipótesis específicas El circuito de control se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023. Las señales externas se relacionan significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023. El panel solar se relaciona significativamente con la mejora del riego agrícola en el valle de Sayán - 2023.</p>	<p>Variable 1: Sistema automatizado con energía solar</p> <p>Variable 2: Mejora del riego agrícola</p>	<p>Ficha para registrar datos de las variables independiente y dependiente.</p>

ANEXO N°2

**ENCUESTA PARA MEDIR LAS VARIABLES SISTEMA ELECTRÓNICO Y
PROCESO DE CARGA AUTOMATIZADA DE CELULARES**

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

Cuestionario para medir las variables: Sistema automatizado con energía solar y la mejora del riego agrícola

Instrucciones: Le agradeceremos leer correctamente las preguntas y marcar con un aspa (X) la opción que más considere. Esta es una encuesta de carácter anónimo, de alta confidencialidad y de uso exclusivo para esta investigación.

Nº	ITEM	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	Dimensión: Circuito de control					
1	El Circuito de control permite activar las electroválvulas					
2	El circuito de control estará diseñado mediante un Arduino UNO					
	Dimensión: Señales externas					
3	El sensor DHT11 permite obtener la humedad					
4	El sensor DHT11 permite obtener la temperatura					
	Dimensión: Panel Solar					
5	La energía solar suministra energía al sistema automatizado					
6	La energía solar se puede almacenar en baterías					
	Dimensión: Eficiencia del riego					
7	Se logrará un ahorro de agua					
8	Se regará por horas establecidas					
	Dimensión: Reducción de costos					
9	El riego tecnificado reduce el costo del consumo de agua					
10	El presupuesto de sistema automatizado es económico					

	Dimensión: Sostenibilidad a largo plazo					
11	El uso de la energía solar es sostenible a largo plazo					
12	La energía solar es no contaminante					