



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



[Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

Esta licencia permite que otros distribuyan, mezclen, adapten y construyan sobre su trabajo, incluso comercialmente, siempre que le reconozcan la creación original. Esta es la licencia más complaciente que se ofrece. Recomendado para la máxima difusión y uso de materiales con licencia.

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

“Diseño de un panel solar para vivienda rural en los anexos de Santa Cruz de Villacuri del distrito de Salas, Ica”

Presentado por:

Bach. HERNÁNDEZ NAVARRO Gianella Guiliana

ROL DEL AUTORA del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es PORCENTAJE DE SIMILITUD del 20% por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 11 de Enero de 2022


UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
UNIDAD DE INVESTIGACION

Dr. Jaime Martínez Hernández
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA



**“Diseño de un panel solar para vivienda rural en los anexos de
Santa Cruz de Villacuri del distrito de Salas, Ica”**

Línea de investigación:

Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

TESIS

Presentado Por:

Bach. HERNANDEZ NAVARRO Gianella Guiliana

ICA- PERU

2021

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a Dios, por ser el inspirador de darme fuerzas para la culminación de mi carrera. A mis padres por su apoyo, confianza y amor infinito.

GIANELLA

AGRADECIMIENTO

A dios por bendecirnos la vida y guiarnos a lo largo de nuestra existencia. Gracias a la Universidad "San Luis Gonzaga", por permitir convertirme en un profesional en lo que tanto me apasiona, gracias a cada docente que fue parte de este proceso integral de formación profesional, gracias a mis amigos, que siempre me prestaron su apoyo moral y humano, necesarios en este momento difícil de este trabajo y esta profesión. Pero, sobre todo, gracias a mi madre por su paciencia, comprensión y solidaridad con este proyecto, por el tiempo que me han concedido.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	6
ABSTRACT.....	10
1 INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Antecedentes del problema de investigación	11
1.1.1 Antecedentes a nivel internacional.....	13
1.1.2 Antecedentes a nivel nacional	14
1.1.3 Antecedentes a nivel local	16
1.2 Bases teóricas	16
1.3 Introducción a la energía solar	16
1.3.1 Energía Solar	17
1.3.2 Emisión Solar.....	17
1.3.3 Proceso de Energía Solar.....	18
1.3.4 El sistema fotovoltaico	19
1.4 Componentes básicos del sistema fotovoltaico domiciliario	21
1.5 Características del panel solar	21
1.6 La batería.....	22
1.7 Instalación de los componentes del sistema fotovoltaico	24
1.8 Procedimientos para instalación del sistema fotovoltaico	25
1.9 Formulación del problema.....	30
1.9.1 Problema General	30
1.9.2 Problemas específicos.....	30
1.10 Objetivos de la investigación	30
1.10.1 Objetivo principal.....	30
1.10.2 Objetivos específicos.....	30
1.11 Hipótesis de Investigación	31

1.11.1	Hipótesis principal.....	31
1.11.2	Hipótesis específicas	31
1.12	Variables de investigación	32
1.12.1	Variable independiente.....	32
1.12.2	Variable Dependiente	32
1.13	Justificación e importancia de la investigación	34
1.13.1	Justificación de la investigación	34
1.13.2	Importancia de la investigación	34
1.14	Marco conceptual	35
1.14.1	Energía no Renovable	35
1.14.2	Energía Renovable.....	35
1.14.3	Energía Fotovoltaica.....	36
1.14.4	Radiación Directa y Difusa.....	36
1.14.5	Sistemas Aislados	36
2	ESTRATEGIA METODOLOGICA.....	37
2.1	Área de estudio.....	37
2.2	La Investigación	37
2.3	Tipo, nivel y diseño de la investigación	37
2.3.1	Tipo de Investigación	37
2.3.2	Nivel de Investigación	38
2.3.3	Diseño de Investigación	38
2.4	Población y muestra.....	40
2.4.1	Población de estudio.....	40
2.4.2	Tamaño de muestra	40
3	Marco legal.....	¡Error! Marcador no definido.
4	RESULTADOS	42
4.1	Resultados de la investigación	42
4.1.1	Resultado del Dimensionamiento del sistema solar Fotovoltaico.....	42
4.1.2	Resultados de la experimentación	46
4.2	Hipótesis estadística.....	49

4.2.1	“Diseño factorial” [34].....	49
4.3	Contrastación de la prueba de hipótesis general	51
4.3.1	Análisis de varianza	52
4.3.2	Análisis Estadístico	54
4.3.3	Prueba de Hipótesis	54
5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
5.1	Discusión de resultados	56
6	CONCLUSIONES	57
7	RECOMENDACIONES	58
8	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de Desempeño	22
Tabla 2. Las Cargas de Alimentación.....	23
Tabla 3. Procedimientos Para Instalación Del Sistema Fotovoltaico	25
Tabla 4. Verificación y detección de fallas comunes.....	28
Tabla 5 Diseño factorial 2^3	38
Tabla 6 Procedimiento Para el Tratamiento de la Experimentación Factorial.....	40
Tabla 7. Dimensionamiento de los componentes del sistema solar fotovoltaico.....	43
Tabla 8. Dimensionamiento de la batería.....	44
Tabla 9. Dimensionamiento del panel solar fotovoltaico	44
Tabla 10. Dimensionamiento del regulador de carga	45
Tabla 11. Dimensionamiento de conductores.....	45
Tabla 12. Procedimiento Tratamiento 2	46
Tabla 13. Procedimiento Tratamiento 3	46
Tabla 14. Procedimiento Tratamiento 4	47
Tabla 15. Procedimiento Tratamiento 5	47
Tabla 16. Procedimiento Tratamiento 6	48
Tabla 17. Procedimiento Tratamiento 7	48
Tabla 18. Procedimiento Tratamiento 8	49
Tabla 19. “Diseño Factorial 2^3 , Investigación a Escala Piloto”[34]	50
Tabla 20. “Diseño Factorial 2^3 ”[34].....	50
Tabla 21. La Hipótesis Estadística Para Investigar el Grado de Influencia de los Tratamientos del Panel Solar	52
Tabla 22. Algoritmo de YATES: efectos y suma de cuadrados, S_i^2	53
Tabla 23. Cuadrados de las desviaciones del rendimiento para las combinaciones adicionales.....	53
Tabla 24 Cuadro Comparativo de $F(\Phi_1, \Phi_2)$, al 95% de Confianza	55

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de Proceso del Sistema de Generación Eléctrica Solar.....	18
Figura 2: La Energía Solar	20
Figura 3. Panel Solar.....	21
Figura 4: El Regulador	23
Figura 5. Panel Fotovoltaico.....	29
Figura 6. Ubicación de Santa Cruz de Villacuri.....	37
Figura 7. Procedimiento del Diseño de investigación	39

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue establecer que el diseño de un panel solar en los anexos de Santa Cruz de Villacuri y su mejora en la vivienda rural del Distrito de Salas, Ica. Material y métodos el tipo de investigación fue tecnológico, nivel explicativo, diseño factorial experimental 2^3 , aplicada. Resultados, “la Ley N°27345” [1], de promoción del uso eficiente de la energía y “Decreto Supremo N°053-2007-EM” [2] que es el reglamento de la ley de promoción de uso eficiente de la energía, referenciales para la consideración del lugar del verificador de la acometida en relación a la tabla solar; a 1m y 1,5m., lugar de la tabla en interacción con el sistema a un ángulo de aumento de 30° y 45° y el lugar de la tabla en interacción con el sistema y un acimut de 5° y 355° . Obteniéndose en 8 tratamientos el resultado de la energía eléctrica: 58, 43, 42, 41, 43, 42, 42,41 respectivamente en (Wh). Discusión, se considero seis horas punta de obtención de emisión solar por jornada en un espacio de 10 horas a 16 horas. Conclusión, con el estadígrafo experimental de F, ANOVA y la prueba de Yates se concluyó que la totalidad de los elementos, que la H_0 es no autentico, se rechazan y la H_a es auténtico, se acepta en efecto todos los elementos son relevantes, ciertos con mayor considerable incidencia y otros en pequeño grado, esto comprende que los tres elementos primordiales intervienen directamente en la generación de energía eléctrica.

Palabras claves: Energía solar, sistema fotovoltaico, ángulo de elevación, acimut.

ABSTRACT

The objective of the research was to establish the design of a solar panel in the annexes of Santa Cruz de Villacuri and its improvement in rural housing in the District of Salas, Ica. Material and methods The type of research was technological, explanatory level, experimental factorial design 23, applied. Results, "Law No. 27345" [1], promoting the efficient use of energy and "Supreme Decree No. 053-2007-EM" [2] which is the regulation of the law promoting efficient use of energy, referential for the consideration of the place of the connection verifier in relation to the solar table; at 1m and 1.5m., place of the table in interaction with the system at an angle of magnification of 30 ° and 45 ° and the place of the table in interaction with the system and an azimuth of 5 ° and 355 °. Obtaining in 8 treatments the result of electrical energy: 58, 43, 42, 41, 43, 42, 42,41 respectively in (Wh). Discussion, it was considered six peak hours of obtaining solar emission per day in a space of 10 hours to 16 hours. Conclusion, with the experimental statistic of F, ANOVA and the Yates test it was concluded that all the elements, that the Ho is inauthentic, are rejected and the Ha is authentic, it is accepted in effect all the elements are relevant, certain with greater considerable incidence and others to a small degree, this includes that the three main elements intervene directly in the generation of electrical energy.

Keywords: Solar energy, photovoltaic system, elevation angle, azimuth.

INTRODUCCIÓN

“Uno de los parámetros para medir la calidad de vida de una sociedad son los servicios con los que cuentan sus pobladores. Dos de los principales servicios son el agua potable y la luz eléctrica”[3]. “La importancia de estos servicios muchos pobladores no cuentan con alguno de ellos y en ocasiones con ninguno de los dos. Esta problemática es muy notoria en las zonas rurales y se complica cuando la geografía y/o orografía del poblado es abrupta”[4].

En el País “se han realizado pocas instalaciones con el uso de fuentes renovables no convencionales como las centrales eólicas, de biomasa y las centrales solares fotovoltaicas, así como también se han implementado centrales hidroeléctricas de mediana capacidad” [7], de los cuales podemos citar la puesta en marcha de cuatro centrales solares fotovoltaicas de 20 MWp cada una de las regiones de Tacna y Moquegua, asimismo la puesta en servicio del parque eólico de 32 MW en Marcona, región de Ica desde el 2014.

“La implementación de sistemas Fotovoltaicos es limitada en el país y en el mercado internacional, no obstante se presenta como una solución energética estratégica para zonas rurales que disponen del recurso solar pero no tienen el acceso a la electricidad” [7], por ello “la energía renovable es una buena opción y se plantea el uso de estos paneles para satisfacer la demanda de energía eléctrica doméstica y comunitarias en zonas rurales” [7].

1.1 Antecedentes del problema de investigación

Los anexos de La Bandera y Samba Canuta se encuentran dentro del C.P. Santa Cruz de Villacurí pertenecientes al distrito de Salas, provincia y región de Ica. La población no cuenta con el servicio de energía eléctrica siendo complicada su

implementación a través de la alimentación de las redes eléctricas del servicio público, ya que la red de media tensión de 10 kV más cercana se encuentra a 15 km hacia el Norte del Centro Poblado. Desde hace más de 30 años, los habitantes de estos anexos han visto siempre postergados sus anhelos de contar con energía eléctrica, siempre han utilizado como fuente de iluminación las velas, mecheros, y usos esporádicos de pequeños grupos electrógenos en algunas viviendas. Estos anexos tampoco cuentan con servicio de agua y desagüe, el suministro de agua lo compran individualmente a proveedores particulares de agua potable que trasladan en camiones cisternas desde el centro poblado, para los desagües utilizan silos de subsuelo.

Actualmente existe un desinterés de parte de las autoridades locales para invertir en el desarrollo y progreso de estos pobladores además de no contar con los estudios técnicos y especialistas en el tema que se encarguen de desarrollar el proyecto técnico para suministro de energía eléctrica que sea sustentable, es decir las necesidades de la actual generación; sin que se vean perjudicadas las futuras generaciones, pues esta energía es limpia no genera contaminación ambiental. En el país se encuentran barreras de tipo técnico, por los escasos estudios en diseños de sistemas de generación con fuentes renovables. También existen barreras de tipo económico por los altos costos de inversión en sistemas con fuentes renovables en relación a los costos promedios a electrificación convencional mediante la ampliación de redes eléctricas del servicio público.

En el caso del presente estudio la alternativa dependerá de las instalaciones con sistemas fotovoltaicos, por lo que prestamos especial atención en dimensionar adecuadamente el sistema a fin de lograr la optimización de costos de inversión, operación y mantenimiento siendo una de las más bajas respecto a las otras alternativas de fuente

renovable a utilizar o la expansión de la red eléctrica MT desde el punto de alimentación ubicado a 15 km de distancia.

Por su parte Simec, “establece que la utilización de sistemas alternativos de generación eléctrica, como los sistemas fotovoltaicos, ha permitido disminuir la demanda de energía eléctrica de la red de distribución, o bien alimentar de energía a aquellos sectores en los que no existen servicios eléctricos”[5].

Moro [4, p. 53] “plantea que las instalaciones fotovoltaicas aisladas son una forma de generar de electricidad para un consumo al margen de la red eléctrica, la energía generada durante las horas del sol se almacena en baterías o acumuladores”, desde “donde se inyecta en la red de consumo; sus aplicaciones son diversas como: alumbrado público, electrificación de zonas rurales, alimentación eléctrica en viviendas situadas en lugares de difícil acceso” [4, p. 53].

1.1. Antecedentes del problema de investigación

1.1.1 Antecedentes a nivel internacional

Alepuz “el proyecto presenta el diseño de una planta solar fotovoltaica de 5.8MW de potencia, en una comunidad de la ciudad de Albacete en España, para el funcionamiento de la planta, el proyecto sugiere 20,000 paneles fotovoltaicos de 290W cada uno”[7]. “Analizó las condiciones naturales para el desarrollo de un proyecto de energía solar, datos de irradiación, mejor ángulo para lograr el óptimo desempeño de la planta solar, el análisis económico y detalles del diseño de construcción de la planta solar”[7].

1.1.2 Antecedentes a nivel nacional

De la Cruz [8] “En mejorar el funcionamiento de paneles solares en zonas alejadas y que se encuentran a gran altura en la sierra, para tal efecto realizó estudio de las condiciones climáticas de la zona para encontrar la mejor posición de los paneles”, “en cuanto a ángulo y altura, tipo de estructura y presenta un enfoque técnico en el que demuestra que siguiendo los parámetros obtenidos se puede aprovechar al máximo el suministro de energía eléctrica a través del sol” [8] .

Continua De La Cruz [8] “el Perú cuenta con un alto potencial solar, por su incidencia diaria y constancia durante el año: contamos con un potencial promedio de energía de 5.24 kWh/m² (de acuerdo al Atlas de Energía Solar del Perú, 2003)”. “Se considera que la energía solar en 4kW.h/m² es atractiva para la inversión para el uso de tecnologías de conversión fotovoltaica” [4]. “Según la norma del Ministerio de Energía y Minas, el Perú cuenta con una potencia instalada de alrededor de 3,73 MWp (o Mega watt pico), del total de aplicaciones, se tiene que las principales son las siguientes”[9]:

- **“Sistemas Fotovoltaicos (SFV) en comunicaciones:** 44,772 unidades” [9].
- **“Sistemas Fotovoltaicos (SFV) para uso domiciliario (electrificación rural, iluminación, uso comunal):** 17,448 unidades” [9].

“En cuanto a las instalaciones fotovoltaicas adjudicadas en las dos primeras subastas RER, se encuentran en operación comercial cuatro parques solares con una potencia total de 80 MW” [9].:

- “C.S. Majes 20T (20 MW, Arequipa, En servicio 2012)

- C.S. Repartición 20T (20 MW, Arequipa, En servicio 2012)” [9].
- “C.S. Central Tacna (20 MW, Tacna, En servicio 2012)
- C.S. Panamericana (20 MW, Moquegua, En Servicio 2012)
- C.S. Moquegua FV 16 MW (16 MW, Moquegua, en construcción Prevista 31/12/2014)” [9] .

“Se ha determinado que los paneles solares pueden proveer de energía eléctrica a zonas rurales como en las regiones de Arequipa, Moquegua y Tacna tienen promedio de energía de 6 a 6,5 kWh/m²” [9], “mientras que Piura y Tumbes tienen promedio entre 5,5 y 6 kWh/m², además, existe interés de organismos de cooperación internacional para promover el uso de esta energía” [9]..

Muñoz [10] “estableció que el Sol posee una elevada calidad energética no contaminante y renovable que permite usos variados y efectivos, es inagotable a escala humana y no necesita de mucho espacio para ser utilizada”, “la energía solar puede ser utilizada de una manera muy fácil para la generación de energía eléctrica; además, no requieren sofisticar las medidas de seguridad” [10], y “no produce residuos tóxicos de difícil o imposible tratamiento o eliminación, una de las aplicaciones más importantes de estos sistemas es la electrificación de zonas rurales, en las cuales no es posible hacer llegar la red de energía eléctrica convencional” [10], por tanto “en estos lugares es mejor instalar sistemas fotovoltaicos donde uno o varios paneles solares carguen baterías para que posteriormente la energía almacenada en estas pueda ser utilizada por dispositivos convencionales (televisiones, radios, fluorescentes, etc)” [10].

Valdiviezo [11] “arriba a los siguientes: los resultados económicos muestran que, si no se toman en cuenta incentivos económicos gubernamentales o institucionales por generación de energía limpia, el proyecto no será rentable económicamente”. “Se deben tomar en cuenta varios factores: Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, fomentar el interés del uso e investigación de los recursos energéticos renovables, estrategia de marketing institucional y adaptación para ser utilizado como un laboratorio experimental” [11].

1.1.3 Antecedentes a nivel local

En el guayabo, San Joaquín-Ica, hay trabajos de instalación de paneles solares que no se encuentran registrados como es el caso del señor Tito Pérez, se instaló un panel solar debido a que no llega la energía eléctrica a su vivienda y el panel solar tuvo un costo de 1200 soles y le producía energía eléctrica para su consumo diario, también electrodomésticos como: televisor, radio.

1.2 Bases teóricas

1.3 Introducción a la energía solar

“Obtener energía eléctrica, siendo los sistemas solares fotovoltaicos una alternativa para obtener energía limpia y pura que no contamine el medio ambiente, es así que se ha logrado captar la energía a través de los llamados paneles solares o fotovoltaicos” [12]. “Ahora el funcionamiento de los paneles solares se basa en el denominado efecto fotovoltaico, el cual se produce cuando materiales semiconductores convenientemente tratados incide la radiación solar generando energía eléctrica” [12].

1.3.1 Energía Solar

“El Sol, como fuente natural de energía que el ser humano ha utilizado desde inicio de la historia, puede satisfacer todas las necesidades si aprendemos a aprovechar de forma eficiente la que nos proporciona” [12].

Según Fernández “la energía solar está constituido por la porción de la luz que emite el sol y que es interceptada por la tierra; Perú es un país con alta incidencia de energía solar en la gran mayoría del territorio”[11, p.3].

Méndez y Cueva “plantean que la energía solar directa es aquel, que sin transformar calienta e ilumina; además se necesita sistemas de captación y de almacenamiento para aprovechar la radiación de diversas formas, ya sea directa o indirectamente” [14].

“Establece que en el sol tienen lugar constantemente una serie de reacciones termonucleares que liberan gran cantidad de energía irradiada al espacio, una ínfima parte de esa energía llega a la superficie terrestre” [4, p.12], pero “esa parte minúscula supone un flujo extraordinario de energía solar de unos 10^{18} kWh anuales, que supera con creces, no solo nuestro consumo de energía anual, sino la propia energía contenida en todas las reservas conocidas de energías fósiles” [4, p.12].

1.3.2 Emisión Solar

Wiley [15] “del Grupo IDEA, I+D en energía solar, el sol es una inmensa fuente de energía inagotable con un diámetro de 1.39×10^9 m situado a la distancia media de 1.5×10^{11} m respecto de la Tierra”, “esta distancia se llama unidad astronómica (UA), los datos más interesantes acerca del Sol son los siguientes:” [15],

- “Sol = Estrella = Horno Nuclear,

- Su diámetro es 1.400.000 km.,
- Su Masa es 300.000 veces la masa de la tierra,
- Su temperatura superficial es de 5.600°K.,
- Su vida estimada es de 5.000 millones de años” [15].
- “La distancia Tierra - Sol es de 150 millones de km.,
- La luz solar tarda 8 minutos en llegar a la tierra,
- El Sol genera su energía mediante reacciones nucleares de fusión que se llevan a cabo en su núcleo” [15].

1.3.3 Proceso de Energía Solar

2. “Breve descripción de cada uno de los ciclos que componen el proceso de generación de electricidad por medio de celdas fotovoltaicas, mostrados en el diagrama” [15].

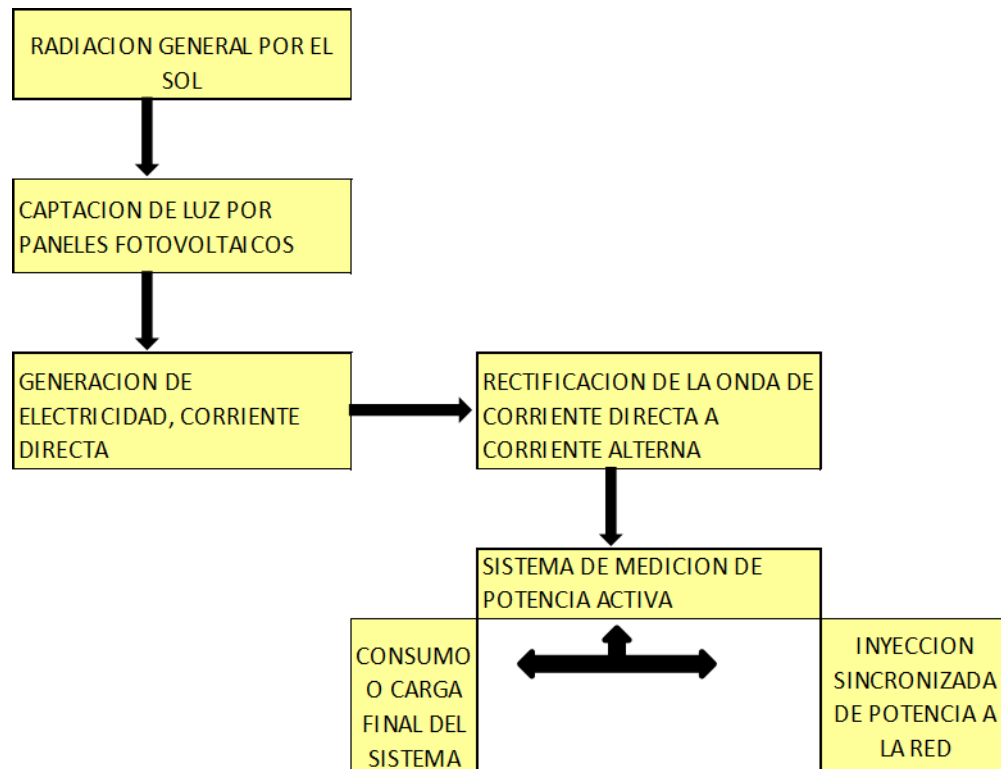


Figura 1: Diagrama de Proceso del Sistema de Generación Eléctrica Solar

- a. **“Radiación Generada por el Sol:** Fuente de energía en forma de luz la cual estimula los paneles solares” [14].
- b. **“Captación de Luz por Paneles Fotovoltaicos:** Los paneles se estimulan por la fuente de luz y empujan los electrones generando flujo de electricidad en corriente”. [14].
- c. **“Generación De Electricidad Corriente Directa:** Se genera electricidad la cual se almacena en bancos de baterías”. [14].
- d. **“Rectificación de la Onda de Corriente Directa a Corriente Alterna:** Se rectifica la onda de directa a alterna con lo cual se garantiza la correcta aplicación a las cargas del sistema”[14].
- e. **“Sistema de Medición de Potencia Activa:** El consumo que genera la carga es medido para determinar los índices de consumo y realizar las respectivas acciones de mantenimiento o controlar sobrecargas al sistema” [14].
- f. **“Consumo o Carga Final:** La energía es utilizada para sistemas de iluminación, alimentación de equipos eléctricos, etc” [14].
- g. **“Inyección Sincronizada de Potencia a la Red:** Cuando la energía no es utilizada inmediatamente por la carga, esta puede ser inyectada a los sistemas generales de potencia”[14].

1.3.4 El sistema fotovoltaico

“Se definen como el conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que concurren para captar y transformar la energía solar disponible, convirtiéndola en utilizable como energía eléctrica” [16].

Existen tres principales tipos de sistemas solares fotovoltaicos:

“Sistemas conectados a red: Permiten que la energía eléctrica generada se distribuya a distintos puntos y pueda ser comercializada” [16].

“**Sistemas aislados:** Son convenientes cuando se quiere suministrar energía eléctrica en zonas alejadas” [16].

“Los sistemas aislados por el hecho de no estar conectados a la red eléctrica, normalmente están equipados con sistemas de acumulación de la energía producida” [16].

“La acumulación es necesaria porque el campo fotovoltaico puede proporcionar energía solo en horas diurnas, mientras que a menudo la mayor demanda por parte del usuario se concentra en las horas de la tarde y de la noche” [16].

“**Sistemas híbridos:** Permiten la combinación de dos o más fuentes distintas para generar energía, las cuales pueden ser energía fotovoltaica junto con otro tipo de energía” [16].

“**Efecto fotovoltaico:** Conjunto de componentes que permiten captar la energía solar y transformarla en energía eléctrica” [16].

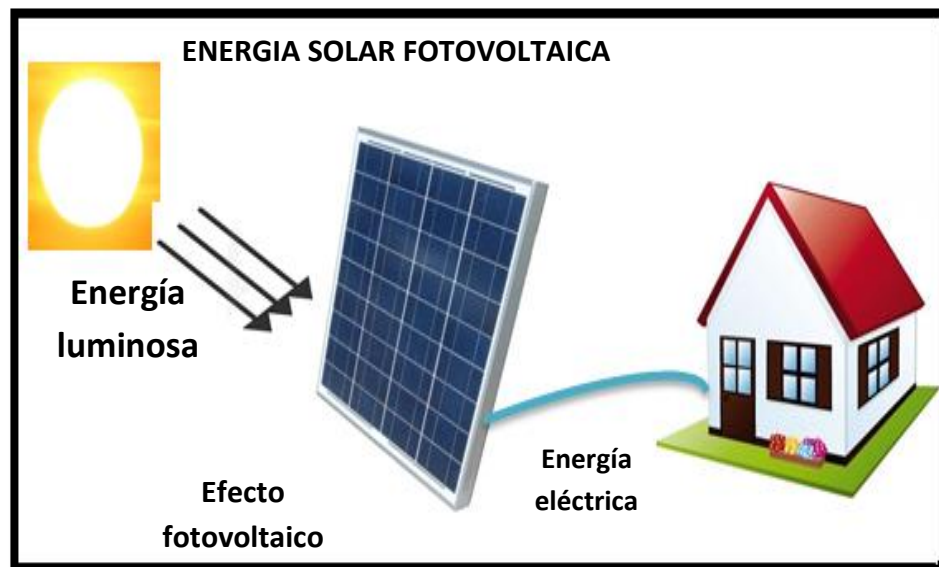


Figura 2: La Energía Solar

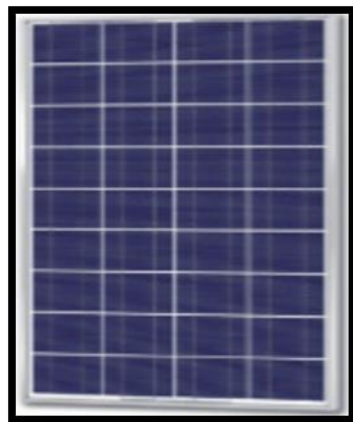
1.4 Componentes básicos del sistema fotovoltaico domiciliario

Estos componentes se agrupan en tres subsistemas:

1. “**Subsistema de Generación**, transforma la energía solar en electricidad, conformado por el panel solar” [16].
2. “**Subsistema de almacenamiento**, almacena la energía eléctrica producida por el panel solar durante el día (batería)” [16].
3. “**Subsistema de control**, permite tener el control de todo el sistema fotovoltaico, compuesto por el controlador de carga, el interruptor termo magnético, y la fusilera de protección para consumo” [16].

1.5 Características del panel solar

“Se deben orientar al sol, según la hora del día, mes del año y lugar geográfico, si se dispone de sistemas de inclinación variables. Cuando los paneles son fijos se escoge una orientación media, la más adecuada para la zonal” [17].



PANEL SOLAR

TIPO: Policristalino

POTENCIA: 25W





VOLTAJE MAXIMO: 21,6 voltios

CORRIENTE MAXIMA: 1,5 amperios

Figura 3. Panel Solar

Tabla 1. Factores de Desempeño

✓	Cuando sube la intensidad de luz sube la corriente
✓	Cuando baja la temperatura sube el voltaje
✓	La sombra baja la corriente del panel

Luz   Corriente Temperatura   Voltaje

1.6 La batería

“Deben tener las especificaciones necesarias para poder soportar los ciclos continuos de carga y descarga” [18].

Funciones:

- “Almacena, proporcionar y distribuir la energía eléctrica
- Características de la Batería Utilizada
 - ✓ Sellada SLA o VRLA
 - ✓ Tipo: AGM o Gel
 - ✓ Voltaje nominal: 12V
 - ✓ Capacidad: 90Ah” [18].
- **El Controlador o Regulador de Carga**

“Se encarga de dirigir aquella electricidad generada, que sobrepasa la demanda a la batería para su almacenamiento. Permite que la batería dure más tiempo, asimismo regula la carga de entrada y salida de esta, protegiéndola de los riesgos de sobrecarga” [18].

El controlador tiene un sistema de regulación que maneja el voltaje y corriente del panel. De manera que alarga la vida útil de la batería.

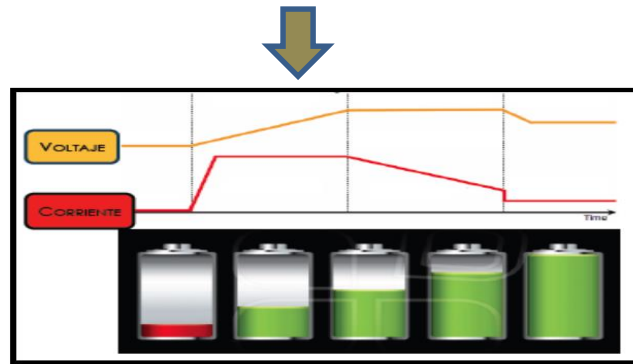


Figura 4: El Regulador

Las cargas de alimentación:

“Son los dispositivos y artefactos electrodomésticos que pueden funcionar con la energía que se genera con el sistema fotovoltaico” [18].

Tabla 2. Las Cargas de Alimentación

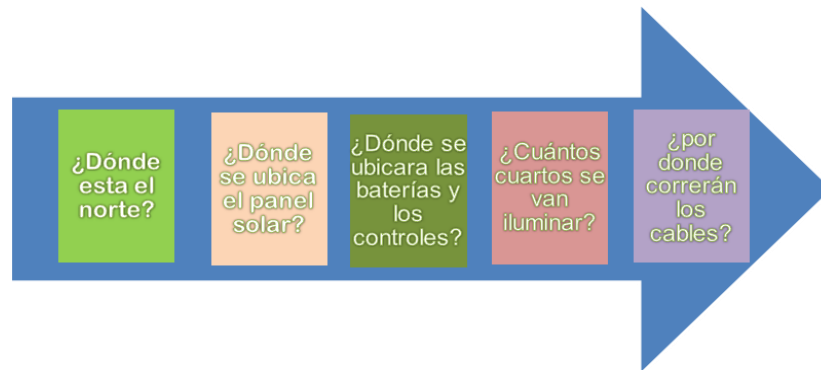
Equipo o Artefacto	Consumo en Watts
Televisor blanco/negro	100
Televisor a color	80
DVD	15
Radiograbadora	25
Foco ahorrador	11-18
Cargador de celular	5

1.7 Instalación de los componentes del sistema fotovoltaico

“Para la instalación se necesita:

- El esquema del sistema,
- Herramientas para realizar adecuadamente la instalación,
- En el proceso Seguridad ocupacional,
- Lista de recomendaciones para instalar los componentes del sistema fotovoltaico,
- Lista de materiales
 - ❖ Panel Solar
 - ❖ Estructura metálica”[19].
- **“Preparación para la instalación**

Por las características y condiciones de las viviendas (zona rural) y para asegurar la instalación y utilidad del sistema fotovoltaico, es necesario realizar un proceso de reconocimiento donde se conteste a las siguientes preguntas”[8].



- **“Seguridad, función y estética**

Es importante realizar un reconocimiento del área donde se va a instalar el panel solar.”[20].

- ✓ “Ubicar el panel fotovoltaico en un área que no tenga sombras (árboles, casas, etc) que obstaculicen recibir directamente los rayos solares,



- ✓ Ubicarlo en un lugar seguro, para instalar los otros componentes del sistema”[20].

1.8 Procedimientos para instalación del sistema fotovoltaico

- “Instalación y conexión del panel fotovoltaico.

El panel solar puede instalarse en el techo de la vivienda o en un poste” [20].

Tabla 3. Procedimientos Para Instalación Del Sistema Fotovoltaico

<p>Instalación en poste</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mayor rendimiento del panel • No depende de la calidad del techo • Hay más flexibilidad en la ubicación del panel <p>Pero...</p> <ul style="list-style-type: none"> • El suelo tiene que tener buenas cualidades hay un costo de la estructura y poste 	
<p>Instalación en techo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consume menos cable en la instalación puede haber menos riesgo de robo <p>Pero...</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hay más variedad en la construcción y calidad de techos tienes que subir al techo el tiempo de instalación puede ser menor 	

- **Instalar el panel en la estructura de metal**
 “Considerar el tipo de estructura metálica en función a su tamaño y forma, teniendo cuidado de no dañar el panel con los pernos” [6].
- **“Conexión de cables del panel.**
 Se debe tener en cuenta las siguientes acciones:” [6].
 - ✓ “Medir la longitud del cable que se emplee,
 - ✓ Pelar los extremos del cable con el alicate
 - ✓ Quitar la tapa de la caja que está en la parte de atrás del panel”[6].
 - ✓ “Identificar el polo positivo y negativo: Emplear el multímetro,
 - ✓ Ajustar el cable a los contactos indicados y asegure el cable,
 - ✓ Utilizar cables Estándares 14 en rojo para el polo positivo y en negro para el polo negativo”[6].
- **Conductores eléctricos**
 Elementos que conducen la corriente eléctrica a las cargas, están compuestos por el conductor y el aislamiento.
- **Alambre o cable THW**
 “Para T° altas (expuesto al sol) o en lugares con alto nivel de humedad ambiental” [6].
- **Cable mellizo**
 “Para instalaciones en áreas no peligrosas, como conductores para los aparatos. El calibre no debe ser inferior al N° 16 AWG”[6].
- **Cordones flexibles vulcanizados**
 “Compuestos por uno o más conductores. Por su flexibilidad pueden soportar movimientos o vibraciones” [6].

- **Instalación del panel**

“Debe estar ubicado para que capte la mayor cantidad de energía solar en el transcurso del día” [6]. Para lo cual el panel debe cumplir tres requisitos o factores claves:

- ✓ Inclinación
- ✓ Orientación
- ✓ Ausencia de sombras

- **Instalación del Regulador de carga**

“Se encarga de distribuir la energía de forma estable, debe estar instalado en un lugar que no sea húmedo.” [6].

- **Instalar el regulador en el tablero de control**

“Debe estar ubicado de tal forma que se deje espacio suficiente para realizar el cableado” [6].

- **El tablero de control**

“Debe tener el inversor, el convertidor, la caja de portafusibles, los adaptadores tipo encendedor, borneras de baquelita y la llave termo magnética” [6].

Los tomacorrientes polarizados de 12 V: “Diseñados para la ranura corta corresponde al polo positivo y la ranura larga al polo negativo”[6].

- **Conexión de los tomacorrientes**

- **Tipos de luminarias y lámparas**

- ✓ “Focos ahorradores LED
- ✓ Todas las cargas que se conectan al sistema fotovoltaico son de corriente continua o directa (CC)” [6].

El sistema fotovoltaico estudiado en la investigación utilizará los focos ahorradores o CFL.

- **Verificar el funcionamiento del panel fotovoltaico.**

“La lectura de los voltios –en los sistemas fotovoltaicos estudiados debe ser entre 17 y 21V cuando está en circuito abierto” [6].

“Para asegurar la vida útil del panel solar y su funcionamiento, se debe realizar acciones de mantenimiento (revisión de conexiones de bornes)” [6].

- **Verificación y detección de fallas comunes**

En la tabla adjunta se presenta las fallas más comunes.

Tabla 4. Verificación y detección de fallas comunes

Error	Causa más Probable	Solución
No hay energía en el lado de consumo	La batería esta baja	El consumo volverá tan pronto la batería está cargada
	Sobre corriente/Cortocircuito de consumo	Desconectar todos los consumos
La batería se descarga después de poco tiempo	La batería tiene poca capacidad	Cambiar la batería
La batería no se carga durante el día	Modulo fotovoltaico defectuoso o polaridad equivocada	Corrija la conexión defectuosa o la polaridad inversa

- **Verificación del mantenimiento y operatividad del Sistema.**

Deben realizarse mensualmente:

- 1) **“Revisión del panel Solar**

- Revisar la orientación e inclinación del panel.
- Revisar si el panel está limpio.

- Revisar las conexiones y pernos estén fijados adecuadamente”[14].

2) “Revisión de la batería

- Observar si la batería está rota o tiene alguna fuga.
- Revisar el nivel de voltaje.
- Revisar las terminales y asegúrese están limpias y que los conectores estén sujetos”[14].

3) “Revisión del tablero de control

- Debe está libre de polvo y obstáculos.
- Las conexiones no deben estar sueltas.
- Revisar los indicadores del funcionamiento del sistema.
- Revisión del voltaje de salida (12V)” [14].

4) “Revisión de las instalaciones internas

- Examinar el cableado (ajustado).
- Revise los Sometidos estén limpios”[14].



Figura 5. Panel Fotovoltaico

1.9 Formulación del problema

1.9.1 Problema General

¿De qué manera el diseño de un panel solar en los anexos de Santa Cruz de Villacuri mejora significativamente en la vivienda rural del Distrito de Salas, Ica?

1.9.2 Problemas específicos

PE1: ¿Como el panel solar en los anexos de Santa Cruz de Villacuri genera significativamente energía eléctrica en la vivienda rural en el Distrito de Salas, Ica?

PE2: ¿En qué medida el panel fotovoltaico en los anexos de Santa Cruz de Villacuri influye significativamente en la energía eléctrica en la vivienda rural del Distrito de Salas, Ica?

PE3: ¿De qué manera la posición de elevación del panel en los anexos de Santa Cruz de Villacuri mejora significativamente en la energía eléctrica de la vivienda rural del Distrito de Salas, Ica?

PE4: ¿Como la ubicación del regulador en los anexos de Santa Cruz de Villacuri influye significativamente en la energía eléctrica en la vivienda rural del Distrito de Salas, Ica?

1.10 Objetivos de la investigación

1.10.1 Objetivo principal

Establecer que el diseño de un panel solar en los anexos de Santa Cruz de Villacuri mejora significativamente en la vivienda rural del Distrito de Salas, Ica.

1.10.2 Objetivos específicos

OE1: Evaluar que el panel solar en los anexos de Santa Cruz de Villacuri genera significativamente energía eléctrica en la vivienda rural en el Distrito de Salas, Ica

- OE2:** Emplear el panel fotovoltaico en los anexos de Santa Cruz de Villacur que influye significativamente en la energía eléctrica en la vivienda rural del Distrito de Salas, Ica
- OE3:** Aplicar la posición de elevación del panel en los anexos de Santa Cruz de Villacuri que mejora significativamente en la energía eléctrica de la vivienda rural del Distrito de Salas, Ica
- OE4:** Utilizar la ubicación del regulador en los anexos de Santa Cruz de Villacuri que influye significativamente en la energía eléctrica en la vivienda rural del Distrito de Salas, Ica.

1.11 Hipótesis de Investigación

1.11.1 Hipótesis principal

El diseño de un panel solar en los anexos de Santa Cruz de Villacuri mejora significativamente en la vivienda rural del Distrito de Salas, Ica

1.11.2 Hipótesis específicas

- HE1:** El panel solar en los anexos de Santa Cruz de Villacuri genera significativamente energía eléctrica en la vivienda rural en el Distrito de Salas, Ica.
- HE2:** El panel fotovoltaico en los anexos de Santa Cruz de Villacur que influye significativamente en la energía eléctrica en la vivienda rural del Distrito de Salas, Ica.
- HE3:** La posición de elevación del panel en los anexos de Santa Cruz de Villacuri que mejora significativamente en la energía eléctrica de la vivienda rural del Distrito de Salas, Ica
- HE4:** Utilizar la ubicación del regulador en los anexos de Santa Cruz de Villacuri que influye significativamente en la energía eléctrica en la vivienda rural del Distrito de Salas, Ica.

1.12 Variables de investigación

1.12.1 Variable independiente

Panel solar

1.12.2 Variable Dependiente

Vivienda rural.

1.3.5. Operacionalización de Variables

Variable Independiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
VI: Panel solar	“Es un conjunto de componentes que interactúan entre sí con fines de captar los fotones de la radiación solar y transformar en energía eléctrica de corriente continua, el mismo que es utilizado por los usuarios de diversas formas”[19].	“Panel Fotovoltaico Posición de elevación del panel Controlador de carga”[19].	Angulo de elevación Angulo de acimut Altura de ubicación del controlador	Grados grados metros
Variable Dependiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
VD: Vivienda Rural	“Es el producto del movimiento de la carga eléctrica(electrones) a través de un conductor por la diferencia de potencial que el generador fotovoltaico ofrece en sus extremos” [19].	Generar energía eléctrica	“Intensidad de corriente eléctrica Diferencia de potencial Potencia” [19]	Amperios Voltímetro Watts

1.13 Justificación e importancia de la investigación

1.13.1 Justificación de la investigación

En el distrito de Salas, provincia y región de Ica, existen anexos en el centro poblado Santa Cruz de Villacurí como La Bandera y Samba Canuta, que no tienen servicios básicos (agua y electricidad), Alsabbagh “sobre la aceptación pública y la voluntad de obtener panel solar es importante, les permite estar en el avance tecnológicos para ahorrar recursos naturales y reducir las emisiones de GEI”[3]. “La aceptación pública de las tecnologías de energía renovable, la voluntad de pagar por ellas es fundamental para garantizar una adopción exitosa, sin embargo, existe una brecha de conocimiento relacionada con el aspecto social de la energía solar fotovoltaica residencial” [3]. “Lo cual nos permite realizar el diseño de un sistema fotovoltaico para estos centros poblados brinda la posibilidad de utilizar energías alternativas, además de proporcionar la energía requerida, permite un ahorro monetario y aporta con la conservación del medio ambiente” [3].

El área geográfica de Santa Cruz de Villacurí proporciona los recursos solares necesarios para la implementación de sistemas que permitan su aprovechamiento, en este caso un sistema solar fotovoltaico. “La ventaja de diseñar un sistema solar fotovoltaico es que nos permite garantizar la continuidad del servicio eléctrico, ya que posee una fuente de energía renovable” [3].

1.13.2 Importancia de la investigación

El estudio es de gran importancia, la idea de aprovechar la energía solar data de hace más de 100 años, pero la tecnología es usada recientemente. Esta energía es una de las fuentes de energía abundante, siempre estará y no tenemos que hacer gigantescas excavaciones, sin embargo, para poder utilizar esta energía se debe usar paneles solares.

“Los estudios sugieren que la aceptación pública está asociada con la forma en que las personas perciben las tecnologías de energía renovable” [21]. “El conocimiento sobre ellos influye en cómo los miembros de la sociedad se posicionan con respecto a ellos y enmarcan sus perspectivas los hallazgos de entrevistas semiestructuradas seleccionados de energía solar en la comunidad de Santa Cruz de Villacurí” [4]. “La adquisición de conocimientos sobre tecnologías de energía renovable, en general, contribuye a cambiar las actitudes del público, sus comportamientos, aceptación y voluntad de adoptar la energía solar, lo que es potencialmente más difícil que lograr cambios tecnológicos” [22]. Sin embargo, falta literatura sobre cómo el público percibe las tecnologías de energía renovable en general y la energía solar.

1.14 Marco conceptual

1.14.1 Energía no Renovable

“La Agencia Internacional de la Energía las energías no renovables son aquellas que existen de forma limitada en la naturaleza y se agotan con su utilización” [23]. “Se encuentran en forma limitada ya que según los autores Enger y Smith el ser humano las utiliza mucho más rápido de lo que tarda la naturaleza en producirlas”[24]. “Las formas más comunes de energía no renovable son, según la Agencia Internacional de la Energía, el petróleo, el gas natural, el carbón y el uranio” [23].

1.14.2 Energía Renovable

“La FAO definió en términos parecidos las energías renovables, definiéndolas como cualquier tipo de energía que puede ser producida a partir de un recurso natural que no disminuye con su uso” [25].

1.14.3 Energía Fotovoltaica

“Convierte de forma directa los rayos luminosos del sol en electricidad. Para ello, utiliza módulos fotovoltaicos compuesto de células solares o de fopilas que realizan esta transformación energética” [22, p. 13].

1.14.4 Radiación Directa y Difusa

“La radiación directa es la recibida del sol, sin difusión por la atmosfera. Los rayos son paralelos entre ellos. Forman sombras y pueden ser concentrados mediante espejos” [26]. “La radiación difusa está constituida por la luz difuminada por la atmósfera (aire, aerosoles, nebulosas). La difusión es un fenómeno por lo que un as paralelo se reparte en una multitud de ases en todas las direcciones”[22, p.32]. “En el cielo, las moléculas de aire, las gotitas de agua (nubes) y el polvo son las que producen esa fragmentación de los rayos solares” [22, p. 32].

1.14.5 Sistemas Aislados

“Los sistemas aislados por el hecho de no estar conectados a la red eléctrica, normalmente están equipados con sistemas de acumulación de la energía producida” [27]. “La acumulación es necesaria porque el campo fotovoltaico puede proporcionar energía solo en horas diurnas, mientras que a menudo la mayor demanda por parte del usuario se concentra en las horas de la tarde y de la noche” [27].

ESTRATEGIA METODOLOGICA

1.15 Área de estudio

“El departamento de Ica es uno de los veinticuatro departamentos que forman la República del Perú, ubicado en el centro oeste del país, limitando al norte con Lima, al este Huancavelica y Ayacucho, al sur Arequipa y al oeste el Océano Pacífico” [28].

La zona de los anexos de Santa Cruz de Villacuri que corresponden al Distrito de Salas, y a la provincia de Ica. “Para ello se ha acudido a Sun Earth Tools.com (2014), que me permitió localizar el lugar y los parámetros como: la Latitud, Longitud y altura”[26].



Figura 6. Ubicación de Santa Cruz de Villacuri

1.16 La Investigación

1.17 Tipo, nivel y diseño de la investigación

1.17.1 Tipo de Investigación

“El tipo de investigación implementado en este estudio fue el tecnológico; debido a que se tuvo como fin obtener un conocimiento para lograr modificar la realidad en estudio, vinculando la investigación y la transformación, que trata de ir de la idea a las acciones para generar bienes o servicios en bien de la

sociedad”[29]. Espinoza, “refrenda el planteamiento anterior, estableciendo que la investigación tecnológica tiene como propósito aplicar el conocimiento científico para solucionar los diferentes problemas que beneficien a la sociedad, siendo la investigación aplicada” [29, p.74].

1.17.2 Nivel de Investigación

Espinoza “en base al planteamiento sostiene que la investigación de nivel explicativo tiene como propósito manipular las variables que tienen relación causal para transformarlo, su finalidad es crear nuevos conocimientos para mejorar el objeto de investigación”[29, p.74].

1.17.3 Diseño de Investigación

“Debido a que se va hacer configuraciones de los componentes de la estructuras del sistema, teniendo en consideración las interrelaciones de dichos componentes, el método es sistémico, el diseño de investigación que se ha utilizado fue el Factorial experimental 2³”[30]:

Tabla 5 Diseño factorial 2³

VI: Sistema Solar Fotovoltaico			
Generador Fotovoltaico		Controlador de Carga	VD: Combinación de Tratamientos
Elevación	Acimut	Posición	
E₁ (-)	A₁ (-)	P₁ (-)	E₁-A₁-P₁
		P₂ (+)	E₁-A₁-P₂
	A₂ (+)	P₁ (-)	E₁-A₂-P₁
		P₂ (+)	E₁-A₂-P₂
E₂ (+)	A₁ (1)	P₁ (-)	E₂-A₁-P₁
		P₂ (+)	E₂-A₁-P₂
	A₂ (+)	P₁ (-)	E₂-A₂-P₁
		P₂ (+)	E₂-A₂-P₂

Donde:

E_1 = Angulo de elevación del panel a 30°

E_2 = Angulo de elevación del panel a 45°

A_1 = Angulo acimut del panel a 5°

A_2 = Angulo acimut del panel a 355°

P_1 = Posición del controlador respecto al panel, a 1.0 m

P_2 = Posición del controlador respecto al panel, a 1.5 m

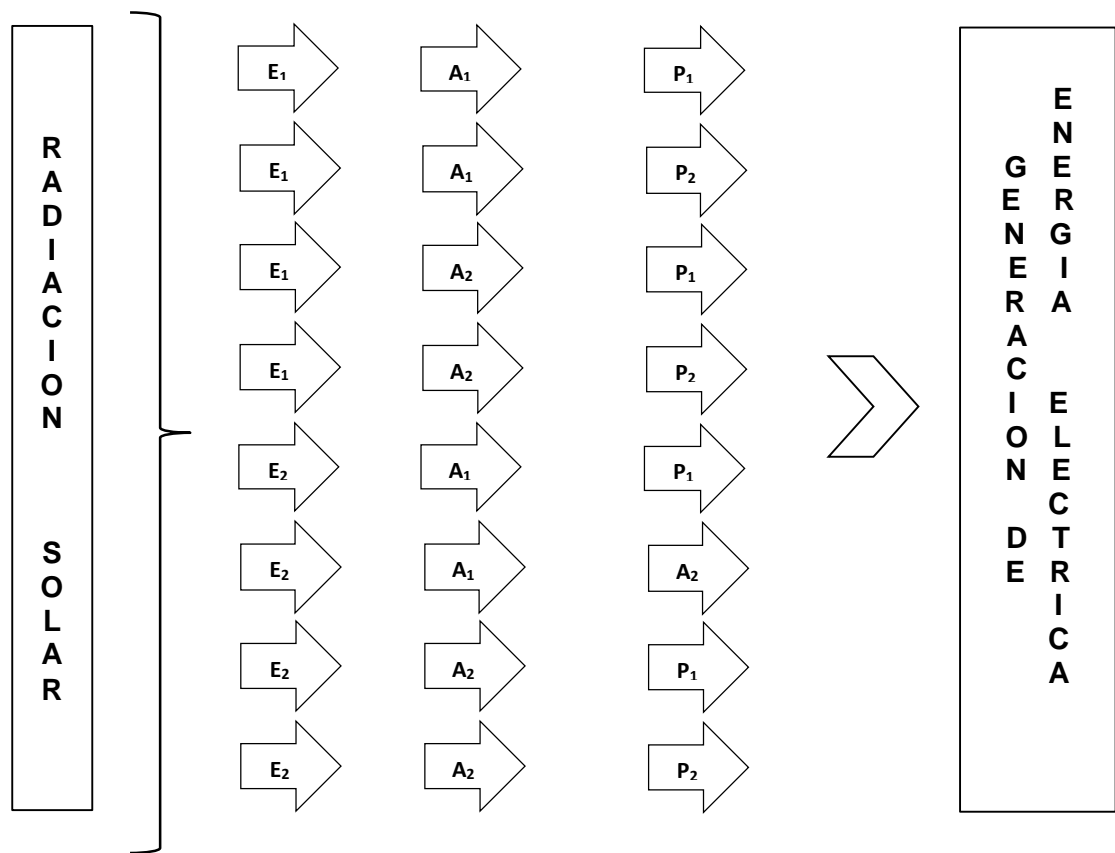


Figura 7. Procedimiento del Diseño de investigación

Tabla 6. Procedimiento Para el Tratamiento de la Experimentación Factorial

Posición del Panel Sobre la Estructura				Posición del Controlador (m)	
Elevación		Acimut			
-	+	-	+	-	+
30°	45°	5°	355°	1.00	1.50

Unidades Codificadas de los Factores			EE
E (°)	A (°)	P (m)	
-	-	-	
+	-	-	
-	+	-	
+	+	-	
-	-	+	
+	-	+	
-	+	+	
+	+	+	

1.18 Población y muestra

1.18.1 Población de estudio

La población de la presente investigación estará conformada por los anexos de La Bandera y Samba Canuta

1.18.2 Tamaño de muestra

La muestra es la comunidad de Santa Cruz de Villacuri.

MARCO LEGAL

- Constitución Política del Perú, art. 67°.
- “Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental” [31].
- “Ley del Presupuesto del Sector Publico para el Año Fiscal” [32].
- “Ley N° 27972 – Ley Orgánica de Municipalidades” [33].
- ”Ley No27345, Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía” [1].
- “Decreto Supremo No053-2007.EM, Reglamento de la Ley de Promoción de Uso Eficiente de la Energía”[2].

RESULTADOS

1.19 Resultados de la investigación

1.19.1 Resultado del Dimensionamiento del sistema solar Fotovoltaico

El dimensionamiento de los componentes del sistema solar fotovoltaico se hizo teniendo en consideración las ecuaciones y relaciones que se hallan en el marco teórico, y con ayuda del Excel, se eligió los componentes del módulo

Tabla 7. Dimensionamiento de los componentes del sistema solar fotovoltaico

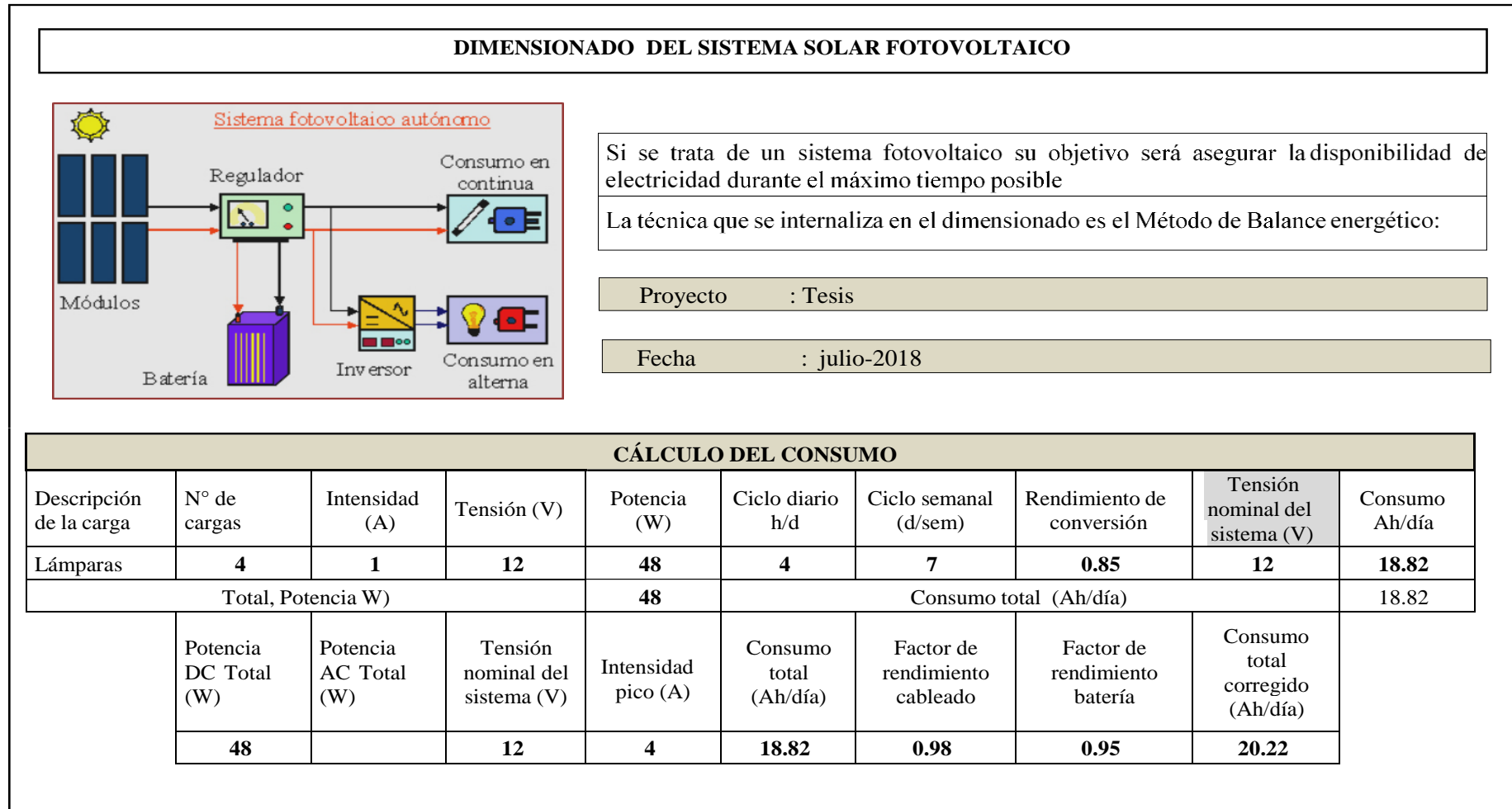


Tabla 8. Dimensionamiento de la batería.

Consumo total corregido (Ah/día)	Mes de diseño	Días de autonomía	Máxima profundidad de descarga	Corrección por temperatura	Capacidad necesaria de batería(Ah)	Capacidad de la batería seleccionada (Ah)	Baterías en paralelo mín. recomendado	Baterías en paralelo seleccionado
20.22	julio	1	0.8	1	31.6	60	0.53	1
SELECCIÓN DE LA BATERÍA				Tensión nominal del sistema (V)	Tensión nominal de la batería (V)	Baterías en serie	Baterías en paralelo	N° total de baterías
Característica		Descripción						
Marca		RITAR						
Tipo		Monoblock y de Gel						
Tensión nominal		12 V						
Capacidad		60 Ah						

Tabla 9. Dimensionamiento del panel solar fotovoltaico

Intensidad corregida (A)	Factor de corrección del módulo	Intensidad de diseño corregida	Intensidad nominal del módulo(A)	Módulos en paralelo mín. Recomendados	Módulos en serie mín. Recomendados	Módulos en paralelo seleccionados	Módulos en serie seleccionados	Potencia Pico Generador(Wp)
3.93	0.9	4.36	4.6	0.95	0.69	1	1	85
HPS (HORAS DE PICO SOLAR)			5.15					
Selección del Módulo Fotovoltaico				Tensión nominal del sistema (V)	Tensión nominal del módulo (V)	Módulos en Paralelo	Módulos en Serie	Total, Módulos
Marca y modelo		SOLARLAND 85		12	17.4	1	1	1
Tipo		Monocristalino						
V_{mp}	17.4	V_{oc}	21.7					
I_{mp}	4.6	I_{sc}	5.01					

Tabla 10. Dimensionamiento del regulador de carga

Selección del regulador; en base a la Intensidad mínima del regulador	
Marca	Phocos CE
Modelo	CA10-2.1
Voltaje normal (V)	12
Máx. corriente del módulo (A)	10
Máx. corriente del consumo (A)	10
Autoconsumo eléctrico (mA)	4

Isc del generador (A)	Intensidad mínima del regulador (A)	Intensidad nominal del regulador (A)	Reguladores en paralelo
5.01	6.26	10	0.63
			1

Tabla 11. Dimensionamiento de conductores

Tendido de Conductores		Tensión del sistema (V)	Máxima intensidad (A)	Longitud (m)	Caidas de tensión permitidas (%)	Sección calculada mm ²	Sección comercial mm ²	Caida de tensión real según sección comercial (%)
Generador a Regulador		12	6.26	2	1.5	2.48	3.3	1.13
Batería a Inversor		12	25	1	1.5	4.94	5.25	1.41
Regulador a batería		12	6.012	2	1.5	2.38	3.3	1.08
I_{max} admisible por el cable (A)	Corrección por T^2	Corrección por n° cables bajo mismo conducto	I_{max} admitida corregida (A)	Calibre AWG				
20	1	1	20	12				
30	1	1	30	10				
20	1	1	20	12				

1.19.2 Resultados de la experimentación

El desarrollo de la investigación se llevó en la comunidad Santa Cruz de Villacuri donde se tomaron los datos in situ tal como se muestran en las tablas siguientes:

Tabla 12. Procedimiento Tratamiento 2

N ^a	Hora	Temperatura (°C)	Medida en el Instrumento			Fuerza Eléctrica	Se considera seis (06) horas pico de producción de radiación de radiación por día	
			Tratamiento 2	E ₁	A ₁			P ₁
				5 ^a	30 ^a			1.00 m
1	08:00	15	2.34	13.20	31.18	26.72		
2	10:00	18	3.43	13.97	37.25	39.13		
3	12:00	20	3.93	13.38	51.91	49.22		
4	14:00	21	3.15	13.92	55.45	52.16		
5	16:00	20	2.30	13.46	36.98	32.21	43,18	
6	18:00	17	1.76	15.79	28.12	29.55		
						36,50		

Tabla 13. Procedimiento Tratamiento 3

N ^a	Hora	Temperatura (°C)	Medida en el Instrumento			Fuerza Eléctrica	Se considera seis (06) horas pico de producción de radiación de radiación por día	
			Tratamiento 3	E ₁	A ₁			P ₁
				5 ^a	45 ^a			1.00 m
1	08:00	15	2.33	13.45	29.59	27.34		
2	10:00	19	3.29	14.84	35.37	32.46		
3	12:00	20	3.31	13.32	45.16	43.66		
4	14:00	21	3.18	13.77	54.08	51.82		
5	16:00	20	3.34	13.43	42.82	40.44	42,10	
6	18:00	19	2.96	13.70	29.02	33.12		
						38,18		

Tabla 14. Procedimiento Tratamiento 4

N ^a	Hora	Temperatura (°C)	Tratamiento 4			Fuerzaa Eléctrica	Se considera seis (06) horas pico de producción de radiación de radiación por día
			Amperaje	Voltaje	Poder		
1	08:00	16	2,46	13,04	31,51	26,54	
2	10:00	18	3,12	13,71	37,98	32,15	
3	12:00	22	3,41	13,82	52,33	47,24	
4	14:00	23	3,43	14,23	54,87	49,09	
5	16:00	20	3,07	13,43	42,65	37,38	41,47
6	18:00	18	2,42	13,70	33,87	30,88	
						37,21	

Tabla 15. Procedimiento Tratamiento 5

N ^a	Hora	Temperatura (°C)	Tratamiento 5			Fuerza Eléctrica	Se considera seis (06) horas pico de producción de radiación de radiación por día
			Amperaje	Voltaje	Poder		
1	08:00	16	2,44	12,96	33,72	24,86	
2	10:00	19	3,28	13,86	38,78	32,25	
3	12:00	21	3,41	14,65	50,29	45,97	
4	14:00	22	3,58	15,98	56,96	52,46	
5	16:00	20	3,22	14,08	49,93	40,59	42,82
6	18:00	18	3,07	12,18	34,88	28,14	
						36,72	

Tabla 16. Procedimiento Tratamiento 6

N ^a	Hora	Temperatura (°C)	Tratamiento 6			Fuerza Eléctrica	Se considera seis (06) horas pico de producción de radiación de radiación por día	
			Medida del Instrumento	E ₁	A ₁			P ₁
				Amperaje	Voltaje			Poder
1	08:00	15	2,25	14,35	30,19	27,47		
2	10:00	18	3,34	16,10	42,53	37,26		
3	12:00	20	3,58	16,92	48,62	45,13		
4	14:00	23	3,45	17,53	53,55	47,09		
5	16:00	19	3,37	14,41	43,95	38,02	41,88	
6	18:00	18	2,67	13,06	32,65	27,91		
						37,15		

Tabla 17. Procedimiento Tratamiento 7

N ^a	Hora	Temperatura (°C)	Tratamiento 7			Fuerza Eléctrica	Se considera seis (06) horas pico de producción de radiación de radiación por día	
			Medida del Instrumento	E ₁	A ₁			P ₁
				Amperaje	Voltaje			Poder
1	08:00	15	2,74	13,02	32,96	22,82		
2	10:00	17	3,35	14,48	39,50	36,41		
3	12:00	21	3,80	14,72	53,71	46,80		
4	14:00	21	3,82	17,28	54,47	47,55		
5	16:00	20	3,44	13,38	41,03	38,75	42,38	
6	18:00	18	2,52	13,24	30,32	31,75		
						37,35		

Tabla 18. Procedimiento Tratamiento 8

N ^a	Hora	Temperatura (°C)	Tratamiento 8			Fuerza Eléctrica	Se considera seis (06) horas pico de producción de radiación de radiación por día
			Amperaje	Voltaje	Poder		
1	08:00	16	2,22	13,54	25,22	19,88	
2	10:00	17	3,14	14,12	39,29	35,28	
3	12:00	21	3,85	14,35	47,23	42,82	
4	14:00	22	4,38	14,02	50,73	46,08	
5	16:00	20	3,63	13,22	43,07	40,81	41,24
6	18:00	18	2,28	12,78	21,99	33,13	
						36,66	

1.20 Hipótesis estadística

1.20.1 “Diseño factorial” [34]

Con la aplicación del software Excel se ha evaluado los promedios de los factores para los ocho tratamientos en la comunidad de Santa Cruz de Villacuri.

El tiempo de consideración fue de seis horas pico de producción de emisión solar por jornada, en el espacio de 10 horas a 16 horas y con los obtenidos de las tablas anteriores se elaboró la matriz de diseño factorial 2³ que incluye los de Santa Cruz de Villacuri.

Según Box et al, “el diseño factorial 2³, se define los factores que permita interactuar entre las variables independientes y la dependiente y así determinar la influencia de cada factor en la generación de energía eléctrica, en las tablas y gráficos se muestran los resultados” [33. p.177].

Tabla 19. “Diseño Factorial 2³, Investigación a Escala Piloto”[34]

Tratamientos			Fuerza Eléctrica
E	A	P	
-	-	-	57.75
+	-	-	43.18
-	+	-	42.10
+	+	-	41.47
-	-	+	42.82
+	-	+	41.88
-	+	+	42.38
+	+	+	41.24

Tabla 20. “Diseño Factorial 2³”[34]

N ^a Ensayo	Elevación (°)	Acimut (°)	Posición (m)	Energía Eléctrica (Wh)	Fuerza Eléctrica (Wh)
1	30	5	1	57.75	58
2	45	5	1	43.18	43
3	30	355	1	42.10	42
4	45	355	1	41.47	41
5	30	5	1,5	42.82	43
6	45	5	1,5	41.88	42
7	30	355	1,5	42.38	42
8	45	355	1,5	41.24	41

1.21 Contrastación de la prueba de hipótesis general

En el estudio la hipótesis fue:

“La optimización del sistema solar fotovoltaico se ejecutó manipulando las variables correspondientes a los ángulos de elevación y acimut del panel solar en interacción con la estructura, y la posición del controlador de carga respecto al panel solar, teniendo en consideración la evaluación de la radiación solar y el dimensionamiento de los componentes del sistema, todo ello bajo el enfoque del diseño factorial; con fines de generar energía eléctrica en viviendas del anexo en Santa Cruz de Villacuri.

Para validar la hipótesis se acudió al análisis de la varianza debido a que nos ha permitido medir la variación de los resultados, esta prueba nos ha ayudado discriminar los promedios para los diferentes valores de las variables, es decir, analiza de manera significativa en sus medias y varianzas.

En el estudio se utilizó tres factores, en consecuencia, existen siete efectos de interés; tres efectos principales, tres efectos de interacción doble y un efecto de interacción triple. Para efectos de prueba se ha determinado el estadístico experimental (F_{exp}), para cada factor y esto se muestra en la tabla proporcionándonos un ($F_{teorico, 95\%}$) de 5.99.

Para la prueba en sí, el diseño factorial exige una hipótesis nula (H_0) por cada factor y las diversas combinaciones de los factores; esta hipótesis establece que las medias de los resultados relacionados a la generación de energía eléctrica obtenidos de los datos del experimento son iguales y para el contraste acudimos al estadístico F. Por tanto, en el estudio se ha definido lo siguiente:

Se formularon las siguientes hipótesis estadísticas, **Tabla 21**.

Tabla 21. La Hipótesis Estadística Para Investigar el Grado de Influencia de los Tratamientos del Panel Solar

<i>HIPOTESIS</i>	<i>Para la influencia directa de los tratamientos en el diseño de un panel solar en los anexos de Santa Cruz de Villacuri en la vivienda rural</i>	<i>Para la influencia de la interacción de los tratamientos en el diseño de un panel solar en los anexos de Santa Cruz de Villacuri en la vivienda rural</i>
H₀	Se rechaza	Se rechaza
H₁	Se acepta	Se acepta

H₀ : Hipótesis nula

H₁ : Hipótesis Alternativa

1.21.1 Análisis de varianza

Para afirmar que los tratamientos contribuyeron a explicar el comportamiento del diseño factorial, se realizó la prueba estadística de la varianza de los tratamientos principales del diseño básico, (S_i^2). El algoritmo de Yates: tratamientos y sumas de cuadrados que componen el ANOVA como se muestra en el (**ANEXO III; Tabla I**), datos calculados a partir de la **Tabla 4**.

Tabla 22. Algoritmo de YATES: efectos y suma de cuadrados, S_i^2

Experimentales (Diseño Básico)	Combinación	Y (%)	[1]	[2]	[3]	Efectos	S_i^2
1	I	58	101	184	352	---	---
2	X ₁	43	83	168	-18	-4.50	2.5313
3	X ₂	42	85	-16	-20	-5.00	3.1250
4	X ₁ X ₂	41	83	-2	14	3.50	1.5313
5	X ₃	43	-15	-18	-16	-4.00	2.0000
6	X ₁ X ₃	42	-1	-2	14	3.50	1.5313
7	X ₂ X ₃	42	-1	14	16	4.00	2.0000
8	X ₁ X ₂ X ₃	41	-1	0	-14	-3.50	1.5313
							14.2500

Tabla 23. Cuadrados de las desviaciones del rendimiento para las combinaciones adicionales

Nº de Combinaciones Experimentales Adicionales	Y (S/d)	$(Y - \bar{Y})$	$(Y - \bar{Y})^2$	S_e^2
9	42	0.31	0.099	$S_e^2 = \frac{\sum(Y - \bar{Y})^2}{n - 1}$ $S_e^2 = 3.429$
10	41	0.71	0.510	
11	43	-0.49	0.236	
12	41	0.11	0.013	
13	42	-0.69	0.470	
14	41	-0.09	0.007	
15	42	0.11	0.013	
n = 7	292			
				41.71

1.21.2 Análisis Estadístico

El tratamiento estadístico de los resultados para la prueba de las hipótesis se hace efectivo por medio de un mecanismo constituido por las tres etapas siguientes:

1.21.2.1 Algoritmo de Yates

Según el procedimiento, la suma de cuadrados o el cuadrado medio de los resultados para las combinaciones experimentales, se obtuvieron de una forma práctica a través de la varianza de los tratamientos principales del diseño básico, obtenidos por el algoritmo de Yates, (S_i^2), (**Tabla 22**).

1.21.2.2 Análisis de varianza (ANOVA).

Para el análisis de varianza de los resultados obtenidos del diseño factorial se utilizó el **F-test**, en base a la varianza de los tratamientos principales por el algoritmo de Yates (S_i^2), y la varianza del error experimental e interacción (S_e^2), ver (**Tabla 23**). Se evaluó, (S_e^2), a partir de los resultados de las combinaciones experimentales del 9 al 15 adicionales (**Tabla 23**), para ello se obtuvo inicialmente el promedio ($\bar{Y} = 41.71$), luego se construyó la tabla de los cuadrados de las desviaciones de los rendimientos para las combinaciones adicionales $(Y - \bar{Y})^2$, y se obtuvo: ($S_e^2 = 3.429$). Se efectuó el análisis de varianza con el **F-test**, comparándose las desviaciones, S_i^2 y S_e^2 , ver (**Tabla 24**)

1.21.3 Prueba de Hipótesis

Una vez obtenido los datos, se realizó el análisis estadístico de la varianza con un horizonte de significancia de 95% con un límite de fallo de +/- 0.05, y fueron examinados mediante el S_i^2 y S_e^2 . Se procedió a determinar los valores críticos de $F(\Phi_1, \Phi_2)$ y $F_c(\Phi_1, \Phi_2)$, en la (**Tabla 5**) se mostró la prueba de hipótesis formuladas y,

asimismo, se determinó el grado de influencia de los tratamientos en la recirculación en el costo de reúso del proceso.

Tabla 24 Cuadro Comparativo de $F(\Phi_1, \Phi_2)$, al 95% de Confianza

Grado de confianza (%)	$F_c(\Phi_1, \Phi_2)$	$F(\Phi_1, \Phi_2)$	Identificación de la combinación	Grado de influencia del factor o interacción en la respuesta
		73.9514	X_1	Se acepta
		91.2980	X_2	Se acepta
		44.7360	X_3	Se acepta
95	5.99	58.4307	X_1X_2	Se acepta
		44.7360	X_1X_3	Se acepta
		58.4307	X_2X_3	Se acepta
		44.7360	$X_1X_2X_3$	Se acepta

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1.22 Discusión de resultados

La investigación ha permitido establecer que el diseño de un panel solar en los anexos de Santa Cruz de Villacuri mejora significativamente en la vivienda rural del Distrito de Salas, Ica.

Se pudo encontrar el diseño factorial **F-test**, en base a la varianza de los tratamientos principales por el algoritmo de Yates (S_i^2 como se ha desarrollado en la, Tabla 23 y la varianza del error experimental e interacción (S_e^2 es **3.429**), “con un horizonte de significancia de 95% con un límite de error de +/- 0.05, se procedió a determinar los valores críticos de **$F(\Phi_1, \Phi_2)$ y $F_c(\Phi_1, \Phi_2)$** ” [34], como se muestra el Tabla 25, lo que nos da a entender que existe una relación entre ambas variables.

✓ “Cuando el F_{exp} es mayor a $F_{teórico}$, entonces la hipótesis nula H_0 es falso y la hipótesis alterna (H_1) es verdadera”[34].

✓ “Sí; $F_{exp} < F_{teórico}$, entonces, H_0 es verdadero y H_1 es falso.

✓ El $F_{teórico} = F_{(0.05)} = 5.99$ ”[34]

“Debido a que el estadígrafo experimental (F_{Exp}) es mayor que el ($F_{teórico}$), se concluye en todos los elementos, que la hipótesis nula es falso, o sea se rechaza y la hipótesis alterna es verdadero, se acepta”[34]; en efecto lo integro de los elemento son significativos, proporcionándonos que algunos de los elementos con mayor incidencia y otros elementos en menor grado de incidencia, por lo tanto implica que los tres elementos principales: el ángulo de elevación, el acimut y la posición del controlador de carga, por lo que influyen directamente en la generación de fuerza eléctrica.

CONCLUSIONES

Perú es una nación con una gran capacidad energética, posee grandes reservas de gas natural, la gran capacidad eólica es significativa, así como su capacidad fotovoltaica. Muestra una gran gama de alternativas energéticas que pueden contar con el permiso respectivo para ser explotados y permitir un mejor desarrollo de la Región de Ica, el crecimiento energético se encuentra en fuentes no renovables, el crecimiento y beneficio de energías renovables es levemente incipiente.

Se han planteado proyectos ministeriales dirigidos al desarrollo de las energías renovables asignando objetivos de desarrollo a largo y mediano plazo que garantizan un progreso significativo de las mismas. Hay dificultad de proponer programas energéticos, porque principalmente están orientados a la construcción de grandes plantas productoras de energía capaces de alimentar considerables grupos de población.

El uso e implementación de esta energía, genera beneficios tanto medioambientales, educativos, económicos y sociales. Pero el costo y el mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos, requiere una inversión alta.

RECOMENDACIONES

1. Es importante tener en cuenta q al conectar al sistema fotovoltaico equipos de gran potencia, siempre y cuando no hayan sido considerados en el diseño, esto puede ocasionar una sobrecarga por consumo excesivo de energía por lo que provocaría un funcionamiento inadecuado.
2. No realizar modificaciones en la instalación, porque ha sido diseñada exclusivamente para el uso que se estableció en su diseño.
3. Semanalmente realizar la comprobación de las señales del ordenador de carga, para verificar su actividad de producción regular.
4. Verificar si hubiera apariciones de sombras (vegetación, nuevas construcciones), esto podría ocasionar disminución la capacidad de producción de energía eléctrica en la instalación.
5. Anualmente compruebe el nivel de agua de las baterías de su instalación de energía solar.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Ley N°27345, «LEY N° 27345 Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía». Congreso de la Republica, Lima - Perú, pp. 1-3, 2000, [En línea]. Disponible en:
http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/Ley N° 27345 - Ley Promoción Uso Eficiente de la Energía.pdf.
- [2] Decreto Supremo N°053-2007-EM, «DECRETO SUPREMO N° 053-2007-EM Aprueban Reglamento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía». Presidente de la Republica, Lima - Perú, p. 9, 2007, [En línea]. Disponible en:
http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/Decreto Supremo N° 053-2007-EM - Reglamento de Promoción del Uso Eficiente de la Energía.pdf.
- [3] M. Alsabbagh, «Public perception toward residential solar panels in Bahrain», *Energy Reports*, vol. 5, pp. 253-261, 2019, doi: 10.1016/j.egy.2019.02.002.
- [4] J. Sommerfeld, L. Buys, y D. Vine, «Residential consumers' experiences in the adoption and use of solar PV», *Energy Policy*, vol. 105, n.º May 2016, pp. 10-16, 2017, doi: 10.1016/j.enpol.2017.02.021.
- [5] Simec Chile SRL, *Energia Electrica*. Chile, 2012.
- [6] M. Moro Valiina, *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. España, 2010.
- [7] R. Alepuz, «Proyecto de Instalación Fotovoltaica de 5.8 MW para la Generacion ed Energia Electrica Situada en Almansa», Escuela Tecnica Superior Ingenieros Industriales Valencia. Universidad Politecnica de Valencia, 2016.
- [8] W. Clemente de la Cruz, «Optimizacion del Sistema Solar Fotovoltaico Para Generacion de Energia Electrica en Viviendas Aisladas Altoandinas», 2014.
- [9] Ministerio de Energia y Minas, «Especificación Técnica del Sistema Fotovoltaico y Sus Componentes Para Electrificación Rural». Direccion General de Electricidad, Lima - Perú, p. 26 Pag, 2015, [En línea]. Disponible en: <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/EETT Sistemas Fotovoltaicos>

y Componentes.pdf.

- [11] P. Valdiviezo Salas, «Diseño de un Sistema Fotovoltaico para el Suministro de Energia Electrica a 15 Computadoras Portatiles en la PUCP», Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.
- [12] G. G. Gonzalez Peñafiel, J. C. Zambrano Manosalvas, y E. F. Estrada Pulgar, «Estudio, Diseño e Implementacion de un Sistema de Energia Solar en la Comuna Puerto Roma de la Isla Mondragon del Golfo de Guayaquil, Provincia del Guayas», Universidad Politecnica Salesiana - Ecuador, 2014.
- [13] J. Fernandez Salgado, *Tecnologia de las Energias Renovables*, Madrid. España: EDITOR ANTONIO MADRID VICENTE, 2009.
- [14] J. M. Méndez Muñiz y R. Cuervo García, *Energía solar fotovoltaica*, 7ma Edicio. Madrid - España: FC Editorial. Fundación Confemetal, 2012.
- [15] Wiley, «En Energias Renovables», 2012.
- [16] J. M. Fernandez Salgado, *Compendio de Energia Solar: Fotovoltaica, térmica y termoeléctrica*, 2ª Edición. Madrid, España, 2010.
- [17] A. Madrid Vicente, *Energía solar térmica y de concentración. Manual Practico de Diseño, Instalacion y Mantenimiento*. 2010.
- [18] C. Orbezo y R. Arivilca, *Energía Solar Fotovoltaica Manual técnico para instalaciones domiciliarias*. Green Energy Consultoría y Servicios SRL, 2010.
- [19] W. Clemente de la Cruz, «Optimización del Sistema Solar Fotovoltaico Para la Generación de Energía Eléctrica en Viviendas Aisladas Altoandinas», Escuela de Posgrado. Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingenieria Mecanica. Universidad Nacional del Centro del Peru, 2014.
- [20] H. Ramos y R. Luna, «Diseño de un sistema fotovoltaico integrado a la red para el área De estacionamiento de la Universidad Tecnologica De Salamanca», Universidad Tecnologica De Salamanca, 2014.
- [21] R. N. Wojuola y B. P. Alant, «Public perceptions about renewable energy technologies in Nigeria», *African J. Sci. Technol. Innov. Dev.*, vol. 9, n.º 4, pp. 399-409, 2017, doi: 10.1080/20421338.2017.1340248.

- [22] J. Köhler, L. Whitmarsh, B. Nykvist, M. Schilperoord, N. Bergman, y A. Haxeltine, «A transitions model for sustainable mobility», *Ecol. Econ.*, vol. 68, n.º 12, pp. 2985-2995, 2009, doi: 10.1016/j.ecolecon.2009.06.027.
- [23] Endesa Educa, «La Energía», [http://www.endesaeduca.com/recursos-
interactivos/conceptos-basicos/i.-la-energia-y-los-recursos-energeticos](http://www.endesaeduca.com/recursos-interactivos/conceptos-basicos/i.-la-energia-y-los-recursos-energeticos), 2008. <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/que-es-la-energia>.
- [24] E. Enger y S. Bradley, *Environmental Science*, 14th Edici. McGraw-Hill Education, 2015.
- [25] FAO, «Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Observatorio Europeo». Bélgica, 1999, [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/sard/static/leader/es/biblio/energy.pdf>.
- [26] A. Labouret y M. Viloz, *Energía solar fotovoltaica manual práctico*. Madrid, España, 2010.
- [27] J. M. Fernandez Salgado, *COMPENDIO DE ENERGÍA SOLAR: Fotovoltaica, Térmica y Termoeléctrica*, 2a Edición. Madrid - España, 2010.
- [28] INEI, *Instituto Nacional de estadística e Informática. Sistema ESTADISTICO nacional*. Oficina Departamental de Estadística e Informática de ICA, 2017.
- [29] C. Espinoza Montes, *Metodología de la Investigación Tecnológica*, Primera Ed. Huanacayo-Peru: Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2010-03831, 2010.
- [30] K. J. Garcia Yarihuamán, «Estudio de factibilidad para el abastecimiento de Gas Natural Comprimido (GNC) a la provincia de Palpa», Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad Ricardo Palma, 2018.
- [31] Ley N°28245, «Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental». Congreso de la República, Lima - Perú, p. 13 Pag., 2005, [En línea]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/ley-SNGA-28245.pdf>.

- [32] Ley N°31084, «Ley de Presupuesto del Sector Publico para el Año Fiscal 2021». Diario el Peruano, Lima-Perú, p. 66 Pag., 2020, [En línea]. Disponible en: https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&ei=8LBNXtG8FvC-5OUP2f-WuAY&q=LEY+DE+PRESUPUESTO+DEL+SECTOR+PÚBLICO+PARA+EL+AÑO+FISCAL+2020+CAPÍTULO&oq=LEY+DE+PRESUPUESTO+DEL+SECTOR+PÚBLICO+PARA+EL+AÑO+FISCAL+2020+CAPÍTULO&gs_l=psy-ab.3...66052.67200..684.
- [33] Ley Organica de Municipalidades Ley N°27972, «Ley N° 27972 ley Orgánica del Municipalidades», *El Peruano*. Congreso de la Republica, Lima-Perú, p. 86 Pag., 2012, [En línea]. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/capacita/programacion_formulacion_presupuestal2012/Anexos/ley27972.pdf.
- [34] H. Gutierrez Pulido y R. De La Vara Salazar, *Analisis y diseño de experimentos*. Mexico: Mc Graw Hill Interamericana, 2016.
- [35] G. Box, S. Hunter, y W. Hunter, *Estadística para Investigadores. Diseño, innovación y descubrimiento*, Segunda Ed. España: Editorial Reverte S.A., 2009.