

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE POSGRADO**

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
ELÉCTRICA YELECTRÓNICA**



**" USO DE PANELES SOLARES PARA MEJORAR LA CALIDAD
DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DEL CENTRO POBLADO PARARIN
– DEPARTAMENTO DE ANCASH – PERÚ - 2021"**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO
EN INGENIERÍA ELÉCTRICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE
SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

**AUTORES: EMILIO DAVID VIDAL DOMÍNGUEZ
JUSTO GERMAN CANALES ROSAS**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Emilio David Vidal Domínguez', is written over a light blue rectangular background.

ASESOR: DR. ADAN A. TEJADA CABANILLAS

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Justo German Canales Rosas', is written over a light blue rectangular background.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Adan A. Tejada Cabanillas', is written over a light blue rectangular background.

Callao, 2023

PERÚ

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

MIEMBROS DEL JURADO

Mg.	: JORGE ELÍAS MOSCOSO SÁNCHEZ	PRESIDENTE
Mg.	: ERNESTO RAMOS TORRES	SECRETARIO
Mg.	: JOSÉ LUIS CURAY TRIBEÑO	MIEMBRO
Mg.	: PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA	MIEMBRO
Dr.	: ADAN ALMIRCAR TEJADA CABANILLAS	ASESOR

ACTA N° 01-2023

N° DE LIBRO 1

FOLIO 126

FECHA DE APROBACIÓN : 27/01/2023

RESOLUCIÓN DIRECTORAL : N° 004-2023-DUPFIEE

DEDICATORIA

Hace mucho tiempo mi vida la dedico a nuestro creador
JEHOVÁ, toda gloria y honra sean para él.

Dedico a mi esposa, Gisela la compañera fiel y madre de nuestro
hijo David y nuestra hija Paty regalos de Jehová.

A la memoria de mis padres Emiliano y Melchora.

A la memoria de mi hermano Marco, amante de las matemáticas.

A mis hermanas Nancy, Flormelí y Mardelira.

A mis hermanos Edwin, Rodolfo y Gabriel.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a nuestro Dios, por haberme dado tantas cosas en la vida.

Agradezco a mi esposa, a mis hijos, a mis padres por su apoyo incondicional.

Agradezco a cada uno de mis maestros en mi formación académica y que son ejemplos a seguir.

A mi asesor de tesis Dr. Adán Tejada, por su gran apoyo en el presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	5
RESUMEN	7
RESUMO.....	8
INTRODUCCIÓN	9
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	11
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
1.2.1 <i>Problema general</i>	12
1.2.2 <i>Problemas específicos</i>	12
1.3 OBJETIVOS.....	13
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	13
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	13
1.4 LIMITANTES DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.4.1 <i>Teórica</i>	14
1.4.2 <i>Temporal</i>	14
1.4.3 <i>Espacial</i>	14
II. MARCO TEÓRICO	15
2.1 ANTECEDENTES.....	15
2.1.1 <i>Antecedentes Internacionales</i>	15
2.1.2 <i>Antecedentes Nacionales</i>	17
2.2 BASES TEÓRICAS	19
2.2.1 <i>Paneles Solares</i>	19
2.2.2 <i>Componentes de un Sistema Fotovoltaico</i>	33
2.2.3 <i>Energía solar disponible</i>	44
2.2.4 <i>Energía solar fotovoltaica</i>	50
2.3 CONCEPTUAL	54
2.3.1 <i>Orientación e inclinación de los paneles solares</i>	54
2.3.2 <i>Diseño de la encuesta</i>	57

2.4	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	57
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	62
3.1	HIPÓTESIS.....	62
3.1.1	<i>Hipótesis general</i>	62
3.1.2	<i>Hipótesis específicas</i>	62
3.2	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE VARIABLES	63
3.2.1	<i>Operacionalización de variables</i>	63
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	65
4.1	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	65
4.1.1	<i>Tipo de investigación</i>	65
4.1.2	<i>Diseño de investigación</i>	65
4.2	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	65
4.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	66
4.3.1	<i>La población</i>	66
4.3.2	<i>Muestra</i>	66
4.4	LUGAR DE ESTUDIO.....	68
4.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	69
4.5.1	<i>Encuesta</i>	69
4.5.2	<i>Análisis documental</i>	70
4.5.3	<i>Observación de campo no experimental</i>	70
4.5.4	<i>Observación Experimental</i>	70
4.6	ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS	71
4.6.1	<i>Procesamiento estadístico de datos</i>	71
V.	RESULTADOS.....	72
5.1	RESULTADOS DESCRIPTIVOS.....	72
5.2	RESULTADOS INFERENCIALES.....	86
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	90
6.1	CONTRASTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS CON LOS RESULTADOS...90	
6.2	CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS CON OTROS ESTUDIOS SIMILARES.....91	
6.2.1	<i>Comparación con otros estudios</i>	93

6.3	RESPONSABILIDAD ÉTICA DE ACUERDO A LOS REGLAMENTOS VIGENTES	94
	CONCLUSIONES.....	95
	RECOMENDACIONES	96
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
	ANEXOS	99
	ANEXO N.º 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	100
	ANEXO N.º 02: BASE DE DATOS	101
	ANEXO N.º 03: CÁLCULO DE LA MUESTRA	131
	ANEXO N.º 04: REPORTE DE CÁLCULO CON EL SOFTWARE PVsyst 7.2 ..	132
	ANEXO N.º 05: DIAGRAMA UNIFILAR DEL CAMPO SOLAR FOTOVOLTAICO AL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	1327

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de entrada y salida.....	54
Tabla 2. Abreviaturas	60
Tabla 3. Operacionalización de variable independiente	64
Tabla 4. Tamaño de la muestra	67
Tabla 5. Hoja de encuesta	70
Tabla 6. Cálculo del Energía por mes	74
Tabla 7. Diagrama de carga anual	86
Tabla 8. Proyección de la demanda dentro del ciclo de vida del proyecto	87
Tabla 9. Diagrama del crecimiento del consumo eléctrico en los próximos 10 años	88
Tabla 10. Cálculo de la potencia teórica de la planta fotoeléctrica.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma del planteamiento de uso de paneles solares.....	12
Figura 2. Efecto fotoeléctrico	20
Figura 3. Acumulación de cargas produce una diferencia de potencial	21
Figura 4. La célula fotovoltaica	21
Figura 5. Característica I-V de una célula solar en función de la irradiancia	22
Figura 6. Característica I-V de una célula solar en función de la temperatura	22
Figura 7. Curva tensión, intensidad y potencia	23
Figura 8. Elementos de un módulo o panel	24
Figura 9. Tipos de paneles solares.....	27
Figura 10. Comparación de células fotovoltaicas	28
Figura 11. Módulo bifacial	29
Figura 12. El efecto sombra es como una interferencia entre celdas, para evitar se usan diodos	31
Figura 13. Forma de evitar el efecto sombra	31
Figura 14. Tipos de instalaciones fotovoltaicas solares.....	31
Figura 15. Instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica	32
Figura 16. Instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red eléctrica	32
Figura 17. Sistema de bombeo fotovoltaicos.....	33
Figura 18. Curva de productos voltaje-corriente y voltaje-potencia	34
Figura 19. Ficha técnica de un panel solar.....	35
Figura 20. Paneles fotovoltaicos conexiones en serie.....	36
Figura 21. Paneles fotovoltaicos conexiones en paralelo	36
Figura 22. Paneles fotovoltaicos conexión en serie y paralelo	36
Figura 23. Conjunto de baterías	37
Figura 24. Ciclo de vida en relación a la profundidad de descarga	38
Figura 25. Caja de conexiones de panel solar fotovoltaico impermeable IP65.....	39
Figura 26. Funcionamiento de las baterías acumuladoras	40
Figura 27. Sistema fotovoltaico Off grid.....	40

Figura 28. Inversores solares	42
Figura 29. Tablero de transferencia	44
Figura 30. Sistema planetario solar	45
Figura 31. Núcleo solar	45
Figura 32. Fotósfera del sol.....	47
Figura 33. Prominencia solar.....	48
Figura 34. Vista espacial de la tierra y el Sol.....	50
Figura 35. Distribución de la radiación solar.....	51
Figura 36. Irradiancia en Ancash – Perú	53
Figura 37. Orientación del sol.....	55
Figura 38. Azimut, Zenith y altitud	55
Figura 39. Latitud y longitud	56
Figura 40. Patrones de declinación magnética.....	56
Figura 41. Tambo de Pararin.....	73
Figura 42. Viviendas de Pararin	74
Figura 43. Panel solar 500W – 42,8 V.....	77
Figura 44. Inversor	86
Figura 45. Consumo en kWh.....	87
Figura 46. Proyección del consumo en kWh/día del mes de febrero	88
Figura 47. Ubicación de la minicentral solar fotovoltaica.....	136
Figura 48. Estructura y soporte del módulo de 4 paneles.....	137

RESUMEN

Objetivo: Elaborar un estudio de investigación del uso óptimo de los paneles solares para mejorar la calidad del servicio eléctrico existente, la posibilidad de abastecer suficientemente el servicio eléctrico para uso comercial en el centro poblado de Pararín, distrito de Pararín, provincia de Recuay, departamento de Ancash, país Perú.

Metodología: Tipo de investigación aplicada y tecnológica con un diseño pre experimental y un enfoque cuantitativo; el método fue analítico, inductivo y deductivo. La población estuvo conformada por 118 viviendas del centro poblado Pararín. El instrumento fue una encuesta y análisis documental para el cálculo de la demanda energética.

Resultados: Para obtener la demanda de energía eléctrica en el mes crítico (febrero del 2021) en kWh/día, durante los 12 meses del año, se hizo uso del diagrama de carga anual en los 12 meses del año según la información obtenida por la concesionaria (Hidrandina), se hizo uso de paneles solares de 500w Monocristalino 48 voltios está compuesto por un vidrio anti reflectante que aumenta el nivel de transmisividad un 2%, lo que permite aprovechar toda la luz proyectada por el sol y aumentar su eficiencia un 2%; se hizo uso del software PVsyst 7.2 para el análisis del sistema fotovoltaico.

Conclusiones: Se concluye que el uso de paneles solares mejora la calidad de la energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.

Palabras clave: fotovoltaico, demanda energética, panel solar.

RESUMO

Objetivo: Elaborar um estudo de pesquisa sobre o uso otimizado de painéis solares para melhorar a qualidade do serviço elétrico existente, a possibilidade de fornecer serviço elétrico suficiente para uso comercial na cidade de Pararán, distrito de Pararán, província de Recuay, departamento de Ancash , país Peru.

Metodologia: Tipo de investigação aplicada e tecnológica com desenho pré-experimental e abordagem quantitativa; o método foi analítico, indutivo e dedutivo. A população foi composta por 118 casas no centro provocado de Pararán. O instrumento foi um levantamento e análise documental para calcular a demanda energética.

Resultados: Para obter a demanda de energia elétrica no mês crítico (fevereiro de 2021) em kWh/dia, durante os 12 meses do ano, foi utilizado o diagrama de carga anual nos 12 meses do ano de acordo com as informações obtidas pelo concessionária (Hidrandina), foram utilizados painéis solares monocristalinos de 48 volts de 500w, compostos por vidro anti-reflexo que aumenta o nível de transmissividade em 2%, o que permite aproveitar toda a luz projetada pelo sol e aumentar sua eficiência em 2 %; O software PVsyst 7.2 foi utilizado para a análise do sistema fotovoltaico.

Conclusões: Conclui-se que o uso de painéis solares melhora a qualidade da energia elétrica no centro povoado de Pararán, departamento de Ancash - Peru 2021.

Palavras-chave: fotovoltaica, demanda energética, painel solar.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación consiste en plantear el uso de paneles solares en el centro poblado de Pararín, distrito de Pararín, provincia de Recuay, departamento de Ancash, País Perú, se ha diseñado la construcción de un campo solar fotovoltaico de potencia nominal de 70 kW, se ha determinado el uso de paneles solares marca Trina Solar 500w-42,8v, instalación de tres inversores de 25 kW, trifásico con funciones de controlador de carga del banco de baterías, se diseña un circuito alimentador principal que inyecta a la red del tablero general existente, que suministra en baja tensión 220 V, red trifásica para uso domiciliario, para alumbrado público y cargas especiales, Sin embargo, el suministro eléctrico actual es inestable por las características propias de la electrificación rural, presentándose interrupciones del servicio eléctrico, fallas por fenómenos atmosféricos, falta de limpieza de la faja de servidumbre y la baja calidad del servicio en cuanto a tensión y frecuencia variable.

El uso adecuado de los paneles solares robustece y mejora la calidad del servicio eléctrico logrando un sistema eléctrico más fiable. La investigación establece el cálculo de la demanda de energía, para eso se ha diseñado una encuesta muestral a 80 viviendas de las 118 existentes del centro poblado, en las cargas especiales se toman los datos necesarios de la demanda de potencia y energía en los 12 meses del año, estas cargas son:

- Centro educativo inicial, primario, secundario y el Tambo del MIDIS (Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social, ubicado en Corral Girca.
- Municipalidad distrital de Pararín, ubicado en la plaza de armas.
- Iglesia católica.
- Centro de Salud I.
- Centro de Salud II.
- Complejo múltiple deportivo.
- Centro de bombeo I.
- Centro de bombeo II.

- Taller de estructuras y
- Taller de carpintería.

El financiamiento para la ejecución depende exclusivamente de la comunidad campesina Pararín que es propietaria de extensiones de tierras concesionadas para la extracción de material agregado, parte de estos ingresos servirán para financiar el proyecto con la finalidad de inyectar a la red para consumo propio y así recuperar su inversión, los pobladores se sentirán aliviados en disminuir sus pagos en gastos de energía eléctrica, contar con una mejor potencia y energía suministrada, así poder aumentar su consumo de energía eléctrica e iniciar nuevas actividades económicas de demanda en la zona (cómo es la implementación de molinos, talleres orientados a prestar servicios que demande la zona) y mejorar su calidad de vida.

Establecida la proyección de la demanda eléctrica en energía del centro poblado Pararin en los servicios particulares, alumbrado público y cargas especiales hemos establecido el uso de paneles solares monocristalinos de 500 W – 42,8 V, resultando el tipo de panel solar a instalar, el número de ellos, las baterías, el inversor, los accesorios necesarios, también se determina la inversión necesaria y los costos de operación y mantenimiento.

En resumen, se ha diseñado un campo solar fotovoltaico de 70 kW, conformado por 155 paneles, con una tensión de 42,8 voltios, tres inversores de 25 kW con inyección directa a la red para uso propio con una tensión de salida 220 Voltios.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El centro poblado de Pararín, distrito Pararín, Provincia de Recuay, departamento Ancash, país Perú, tiene un sistema eléctrico rural (SER) conformado por: 118 viviendas.

Centro educativo inicial, primario, secundario y el Tambo del MIDIS ubicado en Corral Girca.

- Municipalidad distrital de Pararín, ubicado en la plaza de armas.
- Iglesia católica.
- Centro de Salud I.
- Centro de Salud II.
- Complejo múltiple deportivo.
- Centro de bombeo I.
- Centro de bombeo II.
- Taller de estructuras.
- Taller de carpintería.
- Alumbrado público conformado por 20 luminarias de mercurio de 70 W.

El problema principal es la calidad del servicio eléctrico, porque la electrificación rural se caracteriza por tener baja calidad del servicio como son las constantes y prolongadas interrupciones del servicio eléctrico, la fluctuación de la tensión y frecuencia nominal, esto dificulta el buen funcionamiento de los equipos eléctricos por la carencia de potencia y energía que suministra la concesionaria Hidrandina.

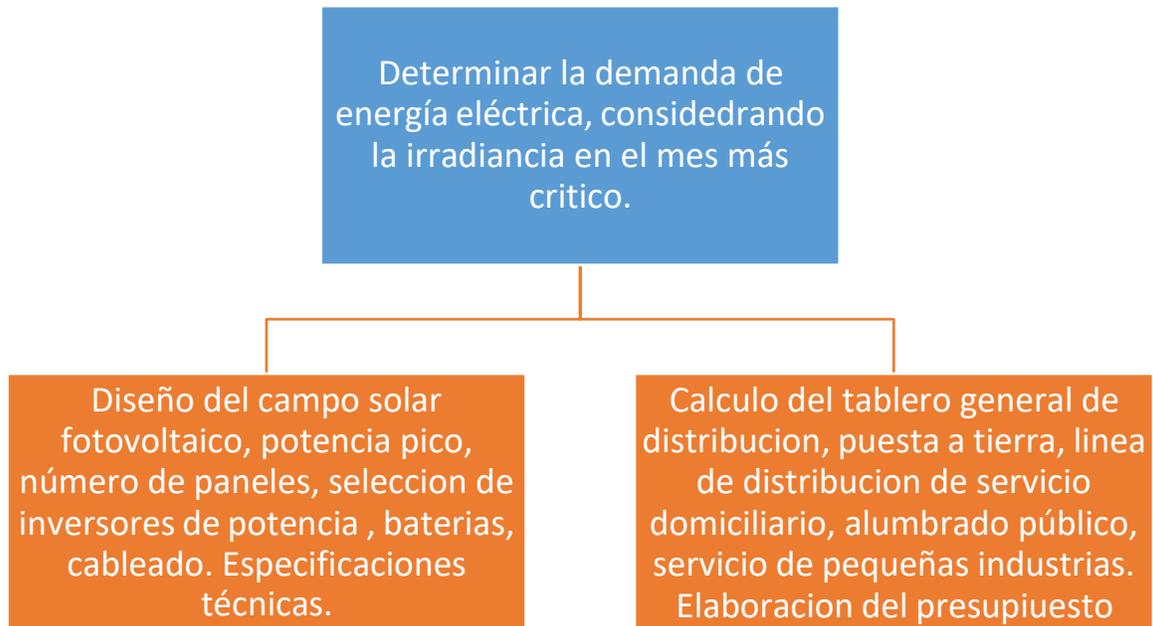


Figura 1. Flujograma del planteamiento de uso de paneles solares.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo la falta de un buen planteamiento del uso de energías renovables, ocasiona un suministro eléctrico de baja calidad y carencia de energía eléctrica para uso comercial en el centro poblado de Pararín, distrito de Pararín, provincia de Recuay, departamento de Ancash, país Perú?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cómo la falta del uso de paneles solares, la falta de planeamientos ocasiona la mala calidad del suministro eléctrico (como la tensión y frecuencia), en los servicios particulares y las cargas especiales en el centro poblado Pararín, distrito de Pararín, provincia de Recuay, departamento de Ancash, país Perú?
- ¿Cómo la falta del uso de paneles solares, la falta de planeamientos ocasiona la mala calidad del suministro eléctrico, la inestabilidad de los parámetros

eléctricos como la tensión y frecuencia en el alumbrado público del centro poblado Pararín, distrito de Pararín, provincia de Recuay, departamento Ancash, país Perú?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Elaborar un estudio de investigación del uso óptimo de los paneles solares para mejorar la calidad del servicio eléctrico existente, la posibilidad de abastecer suficientemente el servicio eléctrico para uso comercial en el centro poblado de Pararín, distrito de Pararín, provincia de Recuay, departamento de Ancash, país Perú.

1.3.2 Objetivos específicos

- Plantear el uso de paneles solares en un campo solar ubicado en un área de propiedad de la comunidad campesina de Pararín, instalar un tablero de transferencia para suministrar energía eléctrica de uso particular y comercial usando las redes secundarias existentes de la concesionaria y planteando convertirse en usuario único administrado por la comunidad, del centro poblado de Pararín.
- Plantear el uso de paneles solares, para uso de alumbrado público mediante 20 unidades de alumbrado público existentes, en el centro poblado de Pararín.

1.4 Limitantes de la investigación

La presente investigación tiene los factores limitantes de orden económico debido a la ubicación geográfica de la zona, los costos de los instrumentos de medición de la irradiación en la zona de estudio, razón por la cual se usará los datos a nivel departamental que proporciona el Servicio Nacional de Meteorología e

Hidrografía del Perú (SENAMHI), factores interculturales y de comunicación con la población ya que en la mayoría son personas quechua- hablantes.

1.4.1 Teórica

El planteamiento se realiza utilizando los conceptos teóricos y mediciones cuantitativas de la ingeniería eléctrica para solucionar la baja calidad del servicio de energía eléctrica de uso particular, alumbrado público, carencia de energía eléctrica de uso comercial en el centro poblado de Pararín.

1.4.2 Temporal

En el ámbito teórico la investigación se vio limitada a 12 meses durante el 2021, tiempo en el cual se realizó el estudio.

1.4.3 Espacial

En el ámbito espacial la investigación se vio limitada al centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales

En la investigación realizada por Mejía en el 2019, la cual titula “Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica” planteó como objetivo diseñar un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica. El tipo de investigación fue aplicada y tecnológica, con un diseño pre experimental. Los resultados fueron que, para el subsistema de almacenamiento, los resultados del diseño planteado consideran un voltaje nominal del banco de baterías de 48 V. Las baterías seleccionadas son de 85 Ah, 12V CD, analizado para una autonomía de 2 y 3 días. De acuerdo a condiciones climatológicas en el campus universitario es factible solo tomar 02 días de autonomía; el diseño planteado considera 1 regulador de 85 A, 48 V cd; y 01 inversor monofásico de 48 V cd/230 V ca, potencia aparente 5000 VA, potencia 4000 W, y 60 HZ. Además, con los posibles incrementos en el consumo de energía eléctrica, puede optarse por la adición de más paneles fotovoltaicos y reguladores que se conectan en paralelo a los ya existentes. Se concluye que, de acuerdo con los datos encontrados y el recurso solar evaluado para la zona de interés, el nivel de radiación solar promedio mensual varía desde un mínimo de 3,88kWh/m²/día en el mes de febrero, hasta un máximo de 5,12kWh/m²/día en noviembre para un ángulo óptimo de inclinación de G_{dm} (5 °). Aplicando el criterio de seleccionar la radiación en el mes más desfavorable, se dispone del dato de radiación mínimo mensual que recibirá el sistema, el cual se determinó 3,88 kWh/m²/día. (Mejía, 2019)

En la investigación realizada por Pelayo y sus colaboradores en el año 2018, la cual titularon “Comparativa de la eficiencia entre un sistema fotovoltaico con

seguimiento solar y un sistema fotovoltaico fijo” planteó como objetivo determinar la eficiencia de este sistema frente a uno estático. La investigación fue de tipo descriptiva y analítica. Los resultados demostraron que en ese lapso la eficiencia promedio alcanzada por el sistema con seguimiento solar fue de 33%, mientras que con el sistema fijo fue de 26.28%. Además, se observó que, durante las primeras horas de cada día, el sistema fotovoltaico fijo logró generar más energía eléctrica que el sistema fotovoltaico con seguimiento solar. Se concluyó que el sistema fotovoltaico fijo generó una mayor cantidad de energía eléctrica en las primeras horas de cada día (antes de las 10:30 horas) en comparación con el sistema fotovoltaico de seguimiento solar. Esto debido a que, con la puesta del sol, el panel fotovoltaico con seguimiento solar terminaba orientado hacia el poniente. (Pelayo [et al.], 2018)

En la investigación realizada por Potes y Proaño en el año 2020, la cual titularon “Diseño de un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red en el Bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi” planteó como objetivo cuantificar la cantidad de energía que un sistema fotovoltaico conectado a la red, puede suministrar al bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con el propósito de disminuir la facturación del servicio eléctrico. El tipo de investigación fue aplicada y tecnológica con un diseño pre experimental. Los resultados fueron que el estudio financiero permite conocer la rentabilidad del presente proyecto. Para ello, se aplica los métodos de evaluación, denominados, Valor actual neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Factor de Recuperación de Capital (FRC), Relación Beneficio/Costo (B/C) y el Periodo de Recuperación (PR); el primer escenario considera el costo subsidiado del kWh facturado a la institución por la empresa eléctrica. Además, los próximos panoramas planteados en el proyecto, son situaciones ideales para que este tipo de sistemas de generación puedan ser rentables. El segundo escenario considera el cargo por energía más elevado encontrado en el pliego tarifario, mismo que es de 0,6812 USD/kWh. Así, existe un ahorro de 21.078,37 USD anuales. Se concluyó que, de acuerdo al análisis del potencial solar, la

Universidad Técnica de Cotopaxi cuenta con un promedio anual de 4,34 HSP (Hora Solar Pico) en el día, valor óptimo para la incorporación de proyectos fotovoltaicos. (Potes y Proaño; 2020)

2.1.2 Antecedentes Nacionales

En la investigación realizada por Cayotopa en el año 2019, la cual titula “Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico aislado para electrificar al caserío Flor del Valle en Yambrasbamba provincia de Bongará departamento de Amazonas” planteó como objetivo dimensionar un sistema fotovoltaico aislado para electrificar el caserío Flor del Valle en Yambrasbamba, provincia de Bongará, departamento de Amazonas. El tipo de investigación es aplicada porque se hizo uso de los conocimientos y bases teóricas, de la ingeniería para dar solución al dimensionamiento del sistema eléctrico fotovoltaico. Los resultados fueron que se dimensiono el sistema fotovoltaico aislado el cual estará conformado por: 20 paneles fotovoltaicos de 320 Wp de la marca YINGLI SOLAR, 16 baterías de acumuladores 260 Ah de la marca RITAR, 02 reguladores de carga 150/70 de la marca VICTRON ENERGY, 02 inversor 48/3000-230 V de la marca VICTRON ENERGY; así como elementos de protección. Se dimensiono la red de distribución secundaria que se encargara de transmitir la energía eléctrica desde el sistema fotovoltaico a cada una de las viviendas. El Costo del sistema fotovoltaico aislado es de S/ 206 019.36. Se concluyó que La demanda de energía promedia diaria proyectada para el caserío Flor del Valle es de 13,511 KWh/día. Para 33 viviendas proyectadas, 01 local comunal; y el sistema fotovoltaico estará conformado por: 20 paneles fotovoltaicos de 320 Wp de la marca YINGLI SOLAR, 16 baterías de acumuladores 260 Ah de la marca RITAR, 02 reguladores de carga 150/70 de la marca VICTRON ENERGY, 02 inversor 48/3000-230 V de la marca VICTRON ENERGY; así como elementos de protección. (Cayotopa, 2019)

En la investigación realizada por Lagos en el año 2015; la cual titula “Sistema Fotovoltaico para el ahorro de energía eléctrica en el servicio de alumbrado general de Condominios” planteó como objetivo implementar un sistema fotovoltaico aislado

para ahorrar energía eléctrica en el servicio de alumbrado general de condominios. El estudio fue de tipo tecnológico con relacional causal, con un diseño experimental y un enfoque cuantitativo. Los resultados fueron que se puede apreciar claramente que el sistema de estudio obtiene el más alto rendimiento en el tratamiento número ocho donde el factor A se encuentra posicionado al norte y el factor B con un ángulo de 42° , en base a estos resultados decidimos que el sistema trabaje en esta posición y ángulo; en los efectos principales notamos el comportamiento del factor A que corresponde al posicionamiento donde se puede notar que la posición intermedia que corresponde al norte, el rendimiento se encuentra en el punto más alto. Del 63 mismo modo en el factor B del ángulo de inclinación del panel el punto más alto se encuentra en el tercer punto, a 42° de inclinación. Se concluyó que luego de la experimentación en base al diseño factorial 32 se concluyó que en el tratamiento número ocho donde el factor A que corresponde al posicionamiento del panel solar fotovoltaico debe colocarse hacia el norte y el factor B que corresponde a la inclinación del panel debe graduarse a 42° y es en esta condición cuando el panel solar obtiene el más alto rendimiento. (Lagos, 2015)

En la investigación realizada por Salas en el año 2019, la cual titula “Diseño del sistema de puesta a tierra de un sistema fotovoltaico de potencia” planteó como objetivo asegurar el diseño apropiado y seguro del sistema de aterramiento y de las instalaciones de un sistema fotovoltaico de potencia acorde a las normas y estándares vigentes tanto nacional e internacional. El tipo de investigación fue descriptiva y analítica, se describió la totalidad del diseño y se hizo un análisis de la potencia para trabajar acorde a las normas y estándares vigentes. Se concluyó que el diseño y la elección del sistema de puesta tierra de un sistema fotovoltaico no parece complejo a la hora de diseñar esta puesta a tierra, pero, cuando no existen datos ni normativos que aplique en el país donde ha de realizarse. Esta situación se resuelve usando normativas internacionales dando soluciones ante lo que parece imposible; es posible diseñar el sistema de puesta a tierra de una planta fotovoltaica se usando el procedimiento recomendado por el NEC National Electric Code de

U.S.A. Debido a que este tiene el desarrollo y actualizaciones referentes a sistemas fotovoltaicos; se toma todas las normativas vigentes de la IEEE Std 80-2000 ya que en este documento se encuentra lo referente a la puesta a tierra de los sistemas de potencia; y este trabajo cubre la el diseño de la puesta a tierra de los dispositivos de maniobra y protección de las redes del sistema solar, así como de las mallas de puestas a tierra para la subestación con transformador que se usa para conectar a la red industriales, comerciales y residenciales alimentadas a la red de las empresas eléctricas. (Salas, 2019)

2.2 Bases teóricas

La presente investigación considera que las bases epistémicas están en el conocimiento científico, la metodología a seguir en las disciplinas de la estadística de acuerdo a la cultura andina sus usos y sus perspectivas de vida, y los modelos matemáticos principalmente conocidos sobre la tecnología actual de los paneles solares plasmados en la bibliografía de las instituciones tecnológicas de España principalmente.

Pasamos a detallar nuestro marco teórico:

2.2.1 Paneles Solares

2.2.1.1 Principio de funcionamiento

(Villoz, 2008) La luz solar emite fotones, al incidir sobre un semiconductor (el más usado es el silicio), estos fotones suministran energía suficiente a los electrones de valencia (último nivel de electrones), con esto se logra romper los enlaces y los electrones quedan libres para circular por el material, en sí la celda se fabrica creando una capa de silicio tipo n y otra capa de silicio tipo p unidos por una unión np, por efecto de los fotones se generan portadores de electrones y portadores de huecos, que viajan hacia la unión donde son separados y los electrones son atraídos por los huecos, generándose un diferencial de tensión y

circula corriente eléctrica, esto es una celda fotovoltaica, la instalación de varias celdas fotovoltaicas en serie y/o paralelo constituyen un panel solar fotovoltaico. (Villoz, 2008, pág. 42)

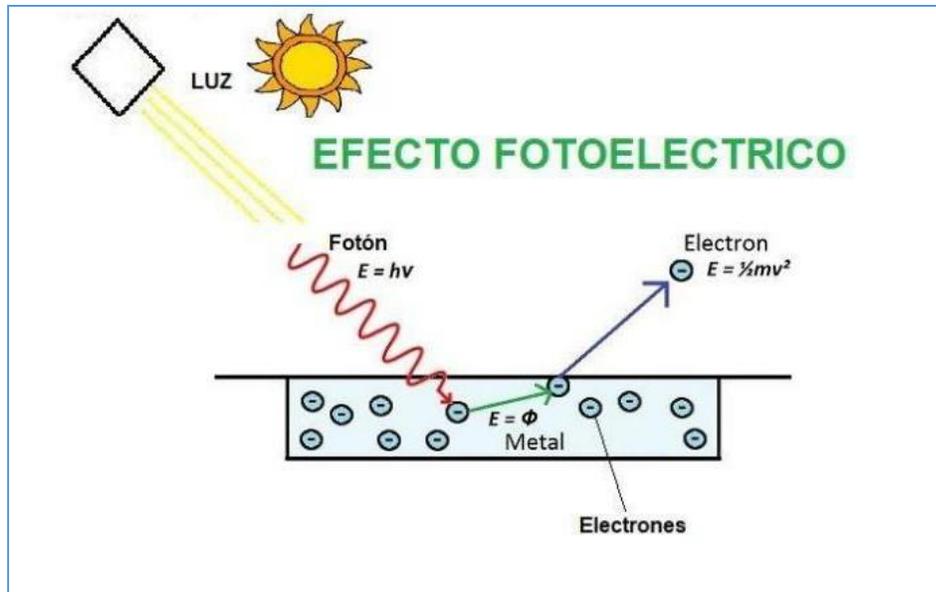


Figura 2. Efecto fotoeléctrico

Efectos de la irradiancia y la temperatura en la célula Fotovoltaica

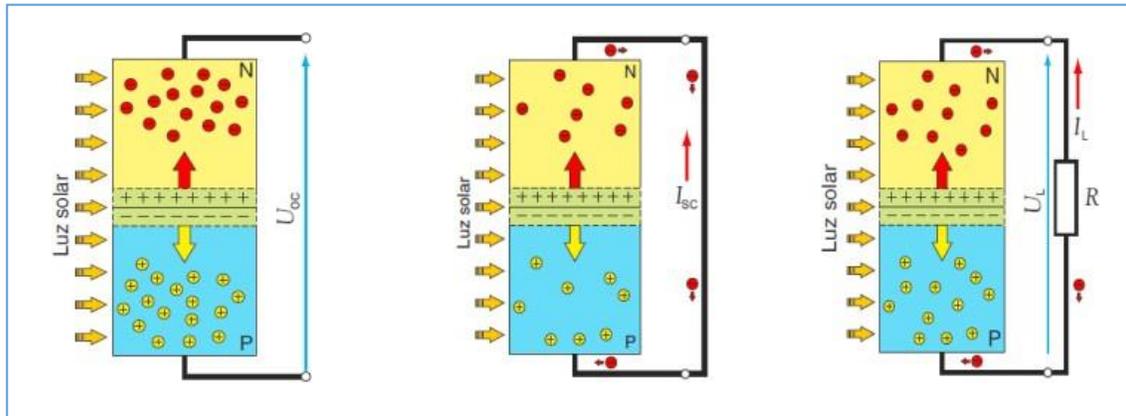


Figura 3. Acumulación de cargas produce una diferencia de potencial

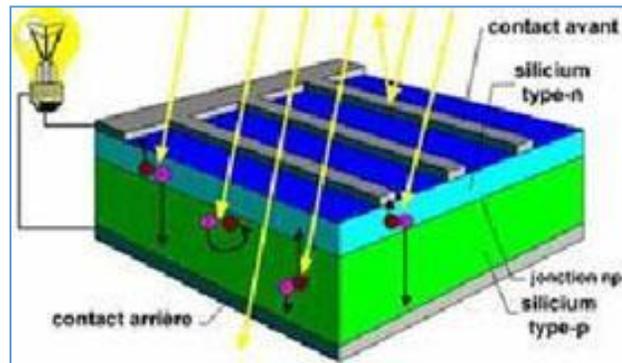


Figura 4. La célula fotovoltaica

Efectos de la irradiancia y la temperatura en la célula Fotovoltaica

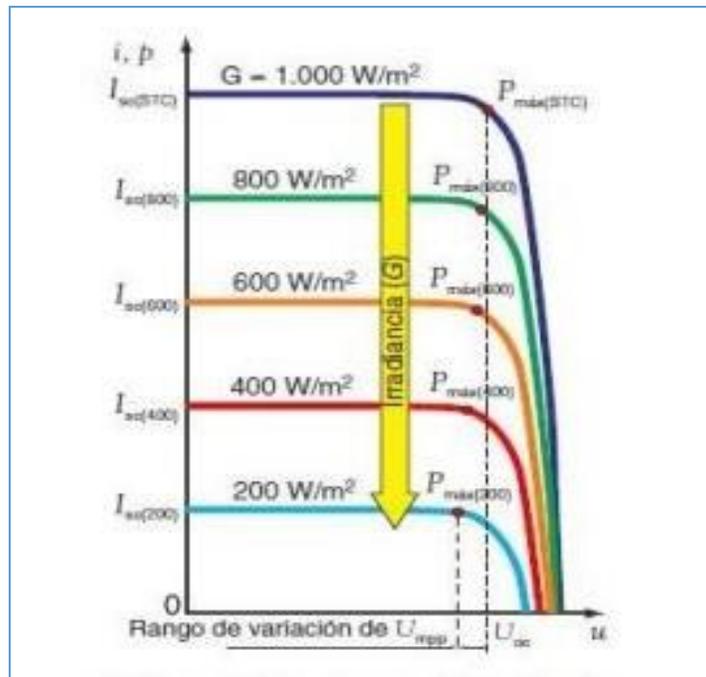


Figura 5. Característica I-V de una célula solar en función de la irradiancia

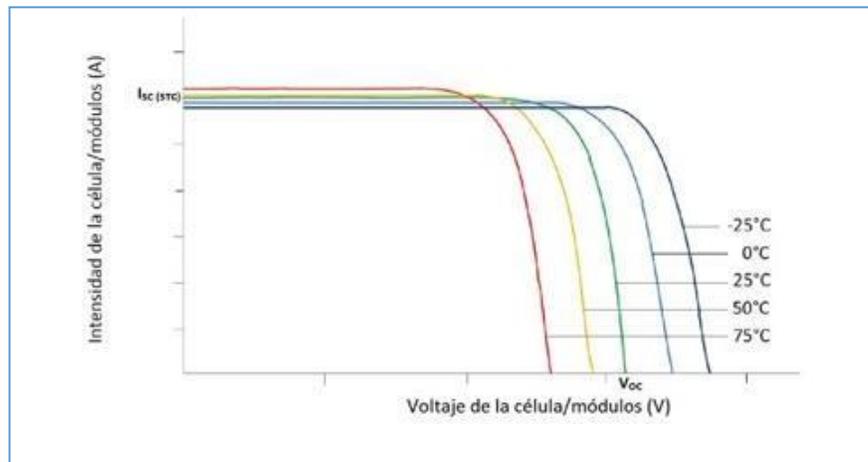


Figura 6. Característica I-V de una célula solar en función de la temperatura

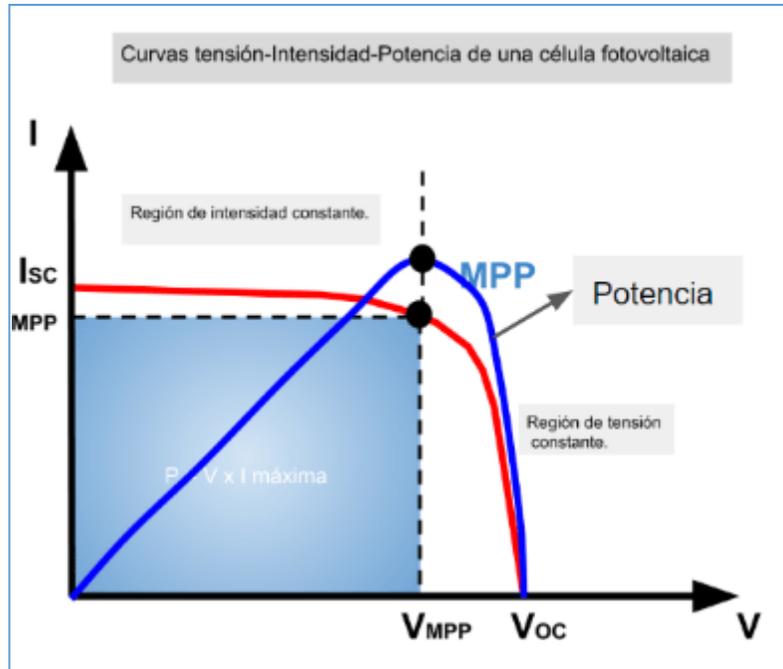


Figura 7. Curva tensión, intensidad y potencia

(Mateo, 2016)

$$T_c = T_a + G \times \left[\frac{T_{ONC} - 20}{800} \right]$$

T_c : temperatura de trabajo de la célula (°C)

T_a : temperatura ambiente (°C)

T_{ONC} : temperatura de operación nominal de la célula (°C)

G : irradiancia [$\frac{W}{m^2}$]. (Mateo, 2016, pág. 66)

2.2.1.2 Celda Fotovoltaica y panel solar

(Mateo, 2016) Celda o célula solar, Es la unidad mínima de generación de corriente eléctrica continua por el efecto fotoeléctrico, está constituido por dos placas de silicio, el primero de tipo n y el otro de tipo p, por la acción de la luz solar en la forma de fotones se rompe la barrera energética que mantiene unido el

electrón de valencia al átomo, la celda se encarga que ocurra este flujo de electrones, generándose así un diferencial de potencial.

La unión de celdas en diferentes disposiciones y con la respectiva anatomía forman el panel solar que proporciona un voltaje pico (V_P), una potencia pico (W_P), es decir lo que produce con la máxima irradiancia del día y con el ángulo de inclinación adecuado, la anatomía del panel o módulo solar se muestra en la figura N°9. (Mateo, 2016, pág. 60)

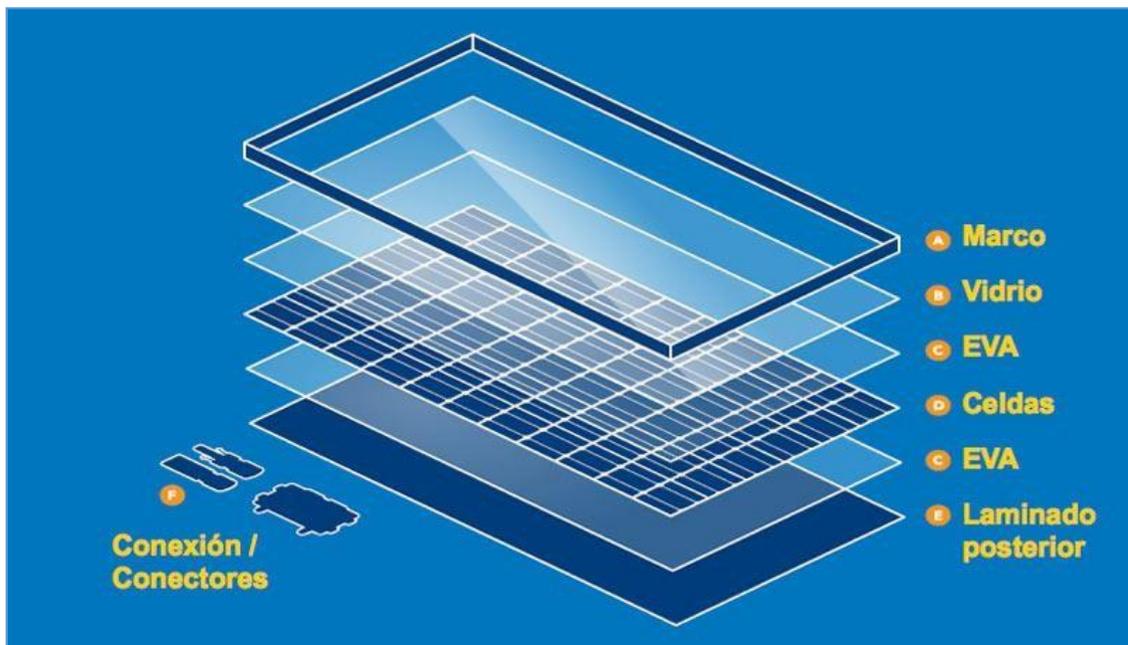


Figura 8. Elementos de un módulo o panel

A.-Marco, es un bastidor de aluminio que sella con el vidrio.

B.- Vidrio, protege de las impurezas o polvo que pueda ingresar a las celdas.

C.- Eva, es una lámina de acetato polietileno de vinil, protege totalmente sellando a las celdas.

D.- Celdas, conjunto de celdas, que generan corriente continua por el efecto fotoeléctrico.

E.- Laminado posterior, recubrimiento que sella el módulo y protege del agua y del polvo para que no ingresen a las celdas.

Tienen conectores para instalar a otros paneles, presentan el pin (+) y el pin (-).

F.- Conexión/conectores: Sirven para conectarse a otros paneles solares.

Tipos de Paneles Solares Fotovoltaicos según el tipo de Célula Utilizada en su fabricación

En función del tipo de célula utilizada en su construcción se define principalmente tres tipos de paneles solares fotovoltaicos:

(José Antonio Carta González, 2009) Monocristalinos: Fueron los primeros en fabricarse a principios de los años 50 del siglo 20. Sus células están compuestas de silicio puro que se someten a múltiples fases de cristalización hasta obtener un solo tipo de cristal para luego doparlos con boro y fosforo hasta adquirir una forma cilíndrica al ser solidificados. Finalmente, se les da la forma cuadrada y se redondean sus esquinas y tienen un color azul homogéneo.

Su eficiencia comercial entre el 15 al 20%, tiene poca tolerancia a las altas temperaturas, tiene un costo elevado y buen funcionamiento en condiciones de poca radiación solar directa siempre deben montarse sobre un soporte rígido, larga vida útil se recomienda su instalación en zonas frías con tendencia a tormentas y nieve.

Policristalino: Empezaron a utilizarse en las décadas de los años 80 del siglo pasado. Se fabrican mediante células de silicio puro sometidos a menos fases de cristalización que los monos cristalinos, por lo que resultan con múltiples tipos de cristales También se someten al proceso de dopado, como en el caso anterior y se solidifican en un molde perfectamente cuadrado por eso presentan esta forma su color es azul en distintos tonos, su eficiencia comercial entre el 13 al 16%, costo moderado y tolera altas temperaturas.

Limitado funcionamiento necesita un discreto índice de radiación para funcionar correctamente su vida útil es menor que los monocristalinos, se recomienda su instalación en zonas cálidas con alto índice de radiación solar.

Amorfo: Son de una técnica de fabricación directa, son fabricados con células de silicio amorfo (no cristalizado) las células tienen forma cuadrada no definidas a simple vista y son de color marrón o gris oscuro homogéneo, presentan rapidez en el proceso de calentamiento, bajos costos de fabricación tienen un rendimiento bajo del 7 al 13%, funciona en condiciones de poca radiación solar directa pueden montarse sobre soportes flexibles necesitan muy poco índice de radiación para funcionar correctamente su vida útil es corta comparada con los monocristalinos y policristalinos se recomienda su instalación en zonas templadas con abundante radiación difusa y en donde el espacio no sea un problema.

Pero no solo existen tres tipos de tecnología de células fotovoltaicas, también encontramos otras clases menos difundidas pero que van agarrando campo debido al gran avance en la eficiencia. Las celdas de Teluro de Cadmio (CdTe) con una eficiencia hasta el 22,1%. Las de seleniuro de cobre, indio y galio (CIGS), con una eficiencia hasta el 22,3% y también una tecnología reciente: Las celdas HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin layer), con una eficiencia hasta el 25,6%.

Hasta la fecha la mejor célula solar compuesta por un solo material está hecha de arseniuro de galio y alcanza el 29,1% de eficiencia (GaAs). (José Antonio Carta González, 2009, págs. 265 – 270)



Figura 9. Tipos de paneles solares

Tecnología actual de paneles solares

Células PERC (Passivated Emitter Rear Cell)

Se trata de una de las tecnologías que más rápidamente se están popularizando, merced a su capacidad de aumentar la eficiencia de los paneles solares (17-21%, según modelos) sin que los costes se disparen. Quizás la mejor manera de entender el secreto de las *células fotovoltaicas PERC* es comenzar describiendo la anatomía de una célula convencional. Esta se compone de tres capas con propiedades eléctricas distintas: una capa exterior de silicio, denominada emisora, en contacto directo con la radiación solar, una capa intermedia (capa base), también de silicio, y una última capa inferior de aluminio BSF (Back Surface Field) que absorbe la radiación infrarroja que atraviesa las capas anteriores.

La tecnología PERC introduce en sus células fotovoltaicas una lámina adicional entre la capa intermedia y la capa inferior. Esta capa extra es reflectante, de manera que es capaz de evitar que los electrones de luz infrarroja penetren hasta la capa

inferior de aluminio, donde se absorberían. En su lugar, la capa PERC los rebota hacia las capas superiores, generando mayor cantidad de electricidad y, en consecuencia, mayor potencia (llegando a superar los 300W en algunos modelos de 60 células) algo que resulta especialmente útil durante las primeras horas de la mañana y últimas de la tarde o en días de cielo nublado.

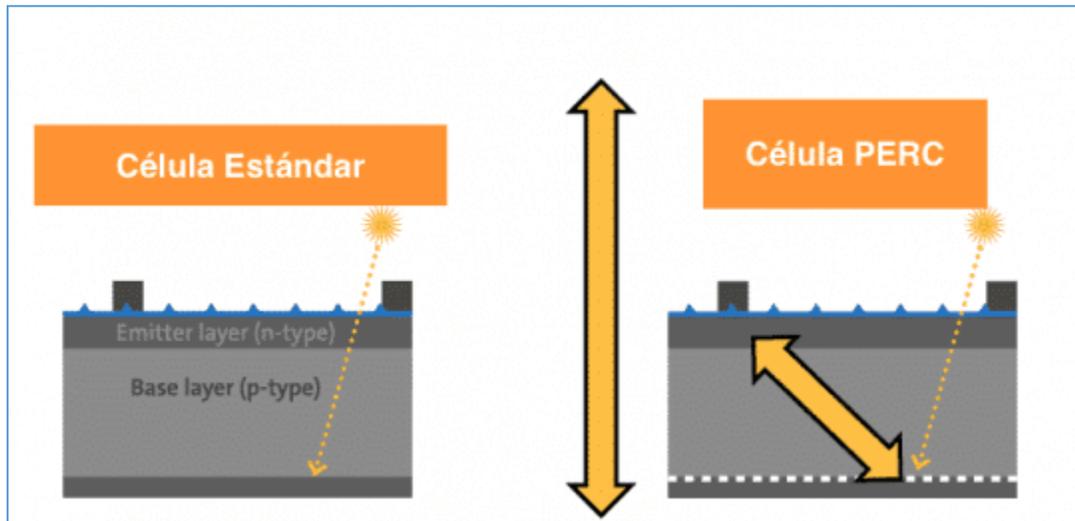


Figura 10. Comparación de células fotovoltaicas

Módulos bifaciales

Como su propio nombre ya deja intuir, los módulos fotovoltaicos bifaciales están diseñados de manera que puedan producir energía solar por ambas caras de cada panel. Los paneles convencionales son “monos faciales”, es decir, capturan la luz del sol por su cara superior, mientras que la cara inferior es opaca. La energía que no se captura en las células fotovoltaicas de la cara superior simplemente se refleja y se pierde. Los paneles bifaciales, por el contrario, cuentan con células fotovoltaicas en ambas caras del panel, de manera que aprovechan la radiación solar directa y también la reflejada. Esto se traduce en un incremento de la producción energética en función de factores como que los módulos se instalen en superficies reflectantes o de colores claros, el ángulo de inclinación o la altura de la instalación, entre otros.

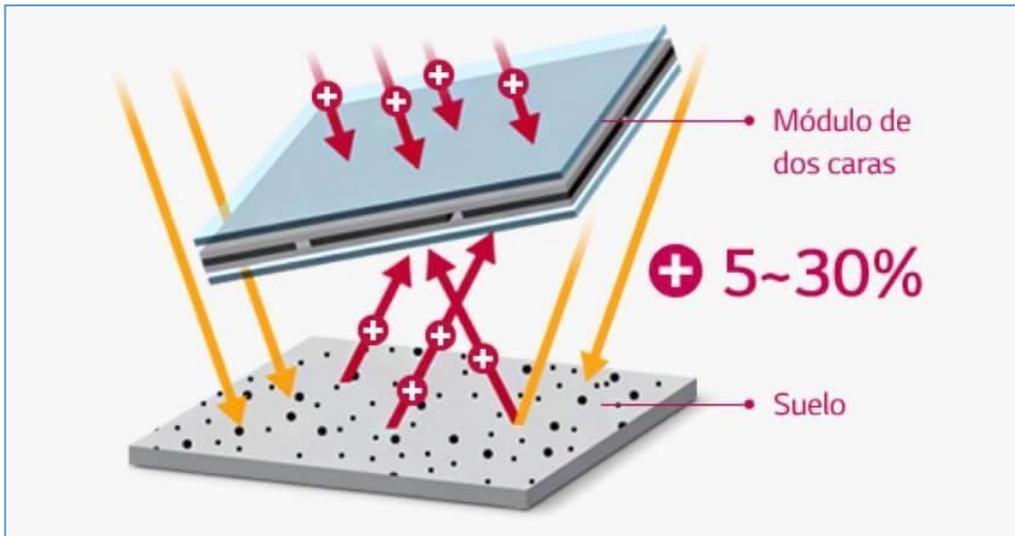


Figura 11. Módulo bifacial

Los paneles bifaciales pueden incorporar perfectamente células PERC, pero es importante entender que el objetivo de la tecnología bifacial no es tanto incrementar el porcentaje de *eficiencia del módulo solar* como que éste genere más electricidad y, por tanto, más potencia. En este sentido, algunos fabricantes como LG, Longi o Lumos, entre otros, tienen en el mercado módulos bifaciales de 72 células alcanza los 350-395W de potencia. La forma de instalar este tipo de módulos es crucial para lograr un buen rendimiento. De este modo, una inclinación elevada -casi vertical- de los paneles consigue reducir la superficie sombreada y expone más fácilmente las dos caras de cada panel a la radiación solar, obteniendo así una mayor eficiencia energética. Por otro lado, esta forma de disponer la instalación hace que, por lo general, esta tecnología se tienda a utilizar más en superficies industriales planas o en instalaciones ancladas al suelo, no tanto en tejados residenciales.

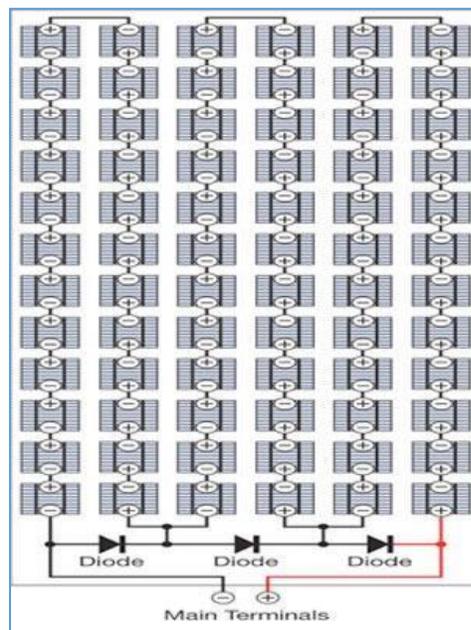
Sombras en las células:

(Mateo, 2016) Se debe evitar al máximo la proyección de sombras en los campos fotovoltaicos cualquier sombra pueden provocar que gran parte del panel

no funcione por tal razón se debe tener mucho cuidado en seleccionar el área donde se va a realizar la instalación fotovoltaica.

El lugar elegido no debe proporcionar sombras y se debe realizar la instalación localizando el sur geográfico y la inclinación angular más eficiente, de esta forma solo bastara realizar los cálculos para el día o mes del solsticio de invierno que es cuando la trayectoria del sol es más baja y por lo tanto las sombras alcanzan su máxima longitud.

Para resolver este inconveniente de las sombras se colocan diodos de protección dentro de las cajas de conexiones del módulo. Estos diodos van conectados en paralelo con grupos de células asociados en serie. Si el módulo trabaja correctamente no influye en el funcionamiento, pero cuando algunas células se polarizan inversamente, el diodo proporciona un camino de paso a la corriente y limita la potencia a disipar por célula. También existe algunas ocasiones en las que se requiere la presencia de diodos de bloqueo, conectados en serie con cada elemento de las asociaciones en paralelo. Este diodo de bloqueo es frecuente en



generadores de gran tamaño. (Mateo, 2016, págs. 71-72)

Figura 12. El efecto sombra es como una interferencia entre celdas, para evitar se usan diodos

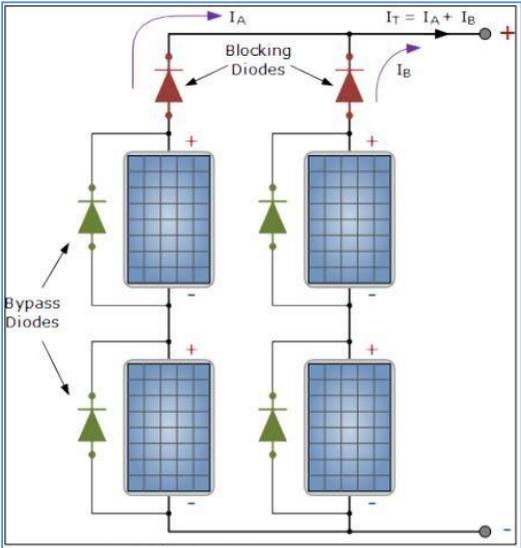


Figura 13. Forma de evitar el efecto sombra

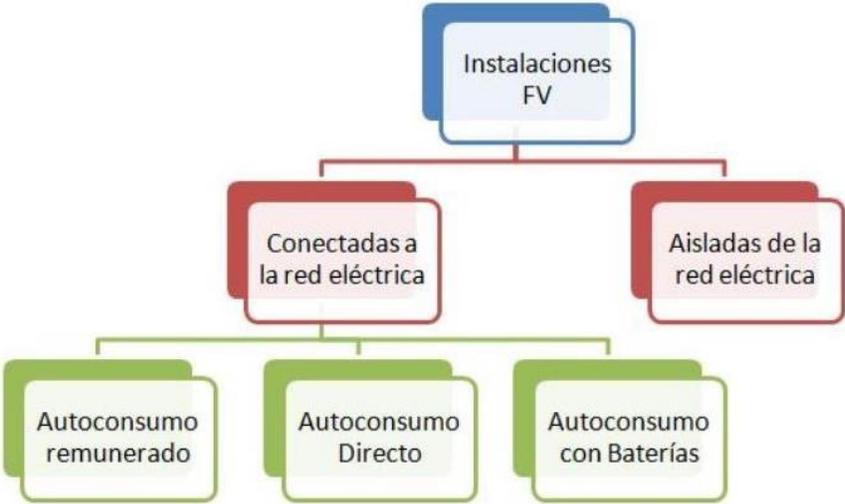


Figura 14. Tipos de instalaciones fotovoltaicas solares

Principales Aplicaciones

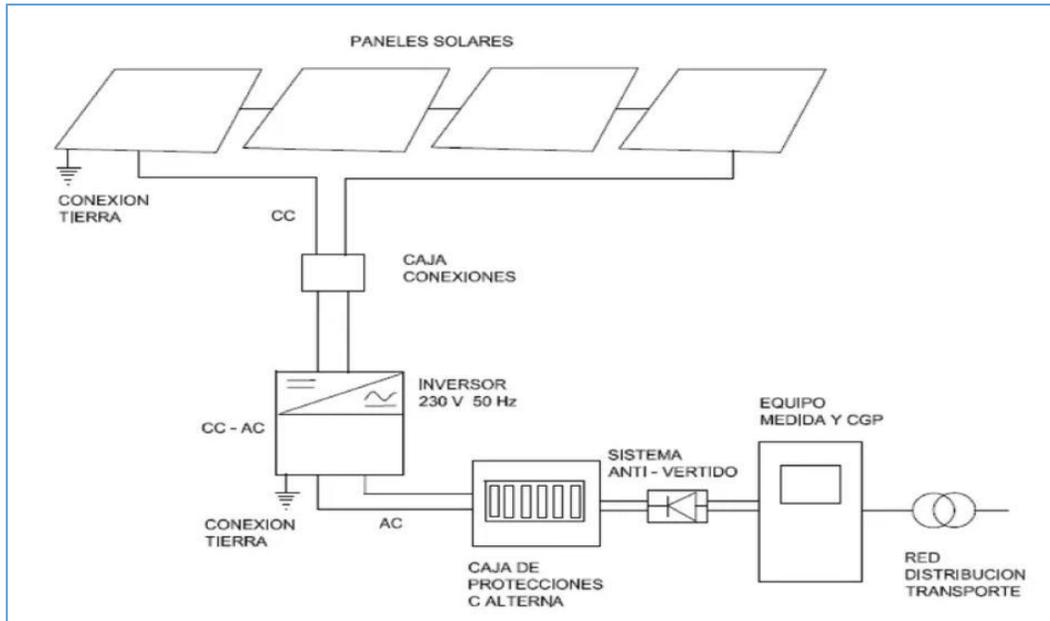


Figura 15. Instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica

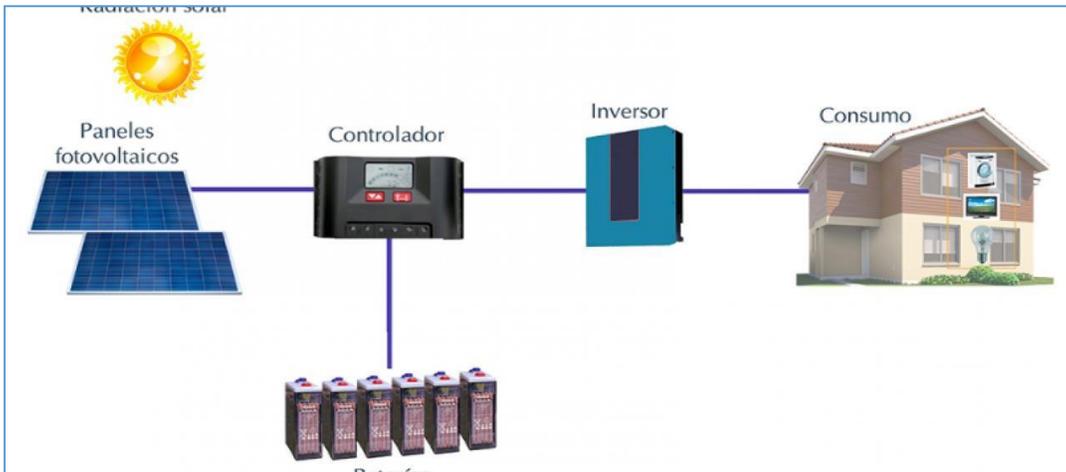


Figura 16. Instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red eléctrica

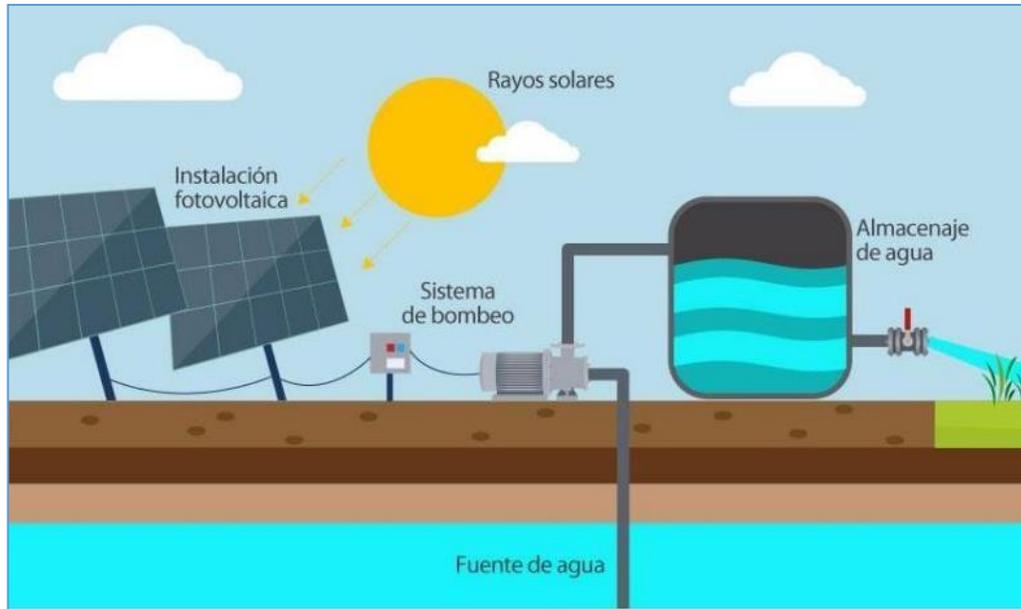


Figura 17. Sistema de bombeo fotovoltaicos

2.2.2 Componentes de un Sistema Fotovoltaico

1.- Panel Fotovoltaico.

(Mateo, 2016) Es un conjunto de células fotovoltaicas interconectadas entre sí, tienen la función de transformar la radiación solar en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico y tienen los siguientes parámetros:

Potencia eléctrica máxima ($P_{m\acute{a}x}$): Potencia correspondiente al punto de la característica intensidad – tensión (I-V) donde el producto de la intensidad por la tensión es máximo, también se le denomina tensión pico.

Tensión en circuito abierto (V_{oc}): Tensión de salida de un módulo fotovoltaico en circuito abierto (sin carga) a una irradiancia y temperatura determinada.

Intensidad de cortocircuito (I_{sc}): Intensidad de salida de un módulo fotovoltaico en cortocircuito a una irradiancia y temperatura determinada.

Tensión en el punto de máxima potencia (V_{mpp}): Tensión correspondiente a la potencia máxima.

Condiciones Estándar de Medida (CEM- Standard Test Conditions-STC):
 Corresponden a una irradiancia en el plano del módulo de 1.000W/m^2 , temperatura del módulo de $25\pm 2^\circ\text{C}$ y una distribución espectral de la irradiación de acuerdo con el factor de masa de aire AM 1,5. (Mateo, 2016, págs. 60-70)

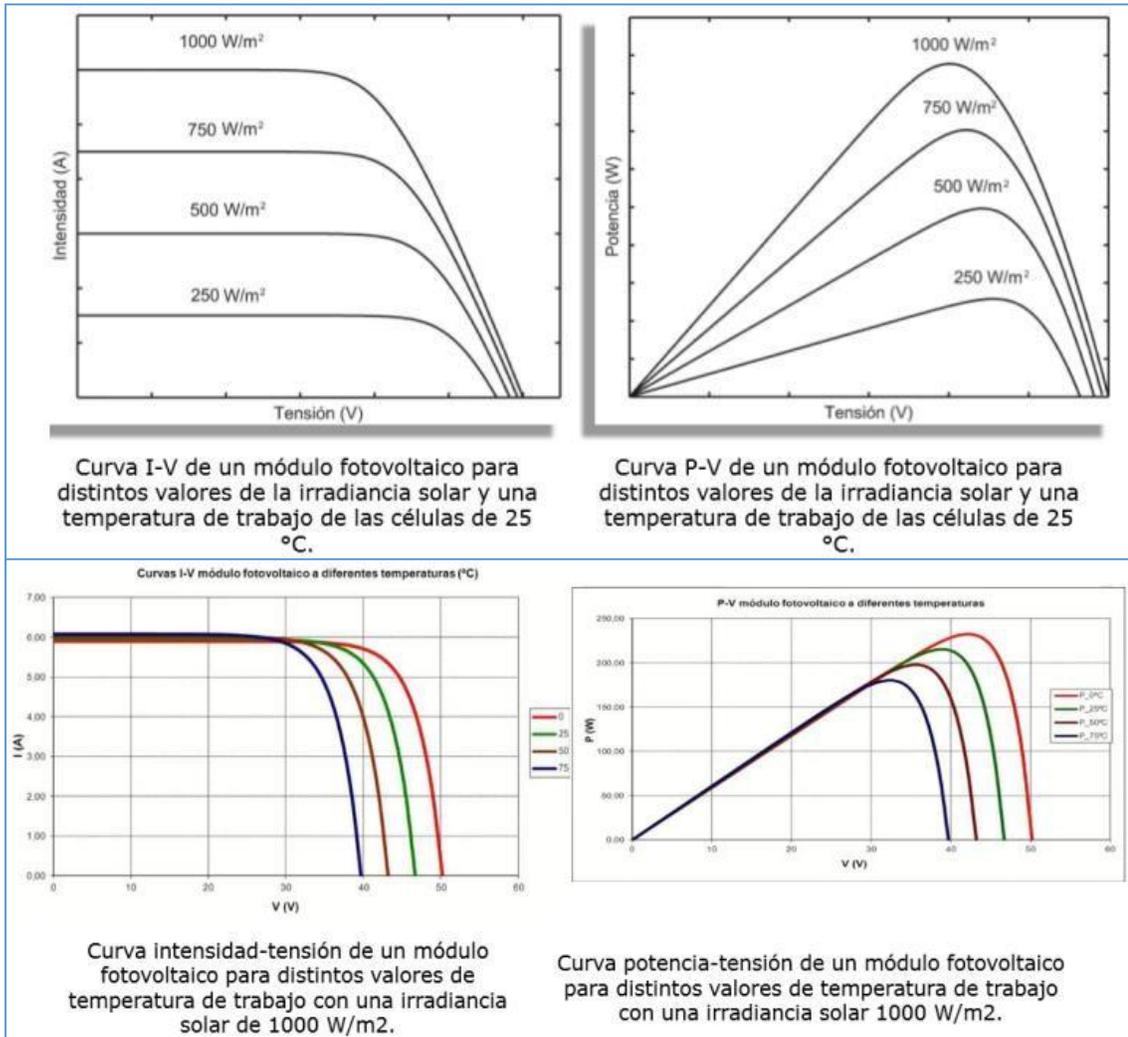


Figura 18. Curva de productos voltaje-corriente y voltaje-potencia

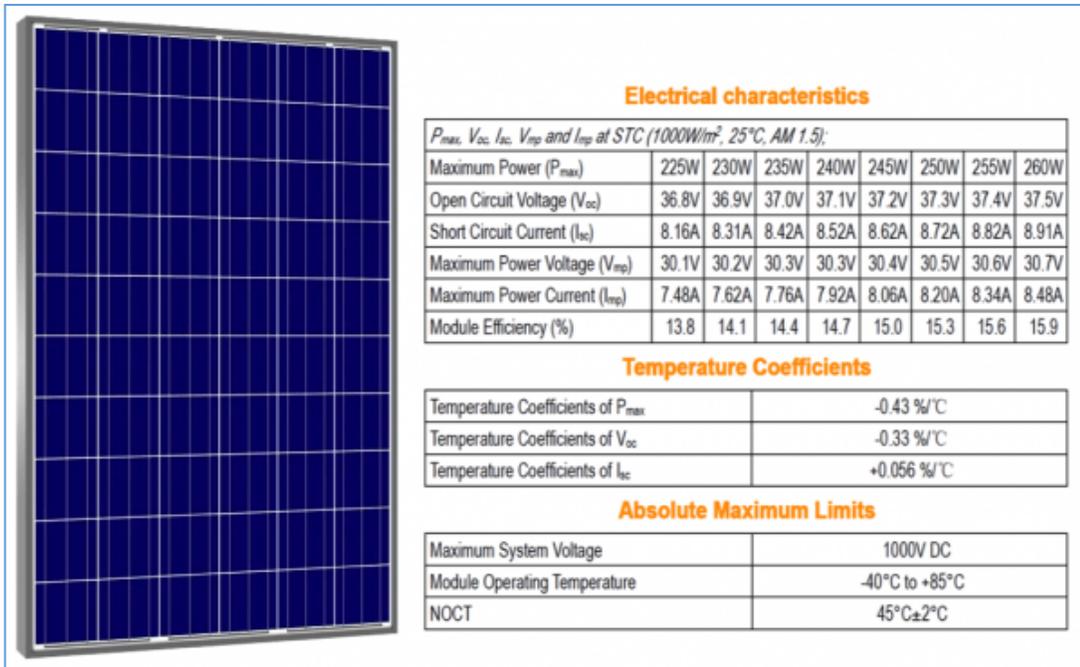


Figura 19. Ficha técnica de un panel solar

De acuerdo a la ficha técnica se observa que alrededor de un 84% de la energía solar incidente se transforma en calor y el 16 % restante se transforma en electricidad, la energía generada por los módulos fotovoltaicos puede incrementarse si realizamos el control del punto de máxima potencia (MPP). (Villoz, 2008)

Figura 20. Paneles fotovoltaicos conexiones en serie

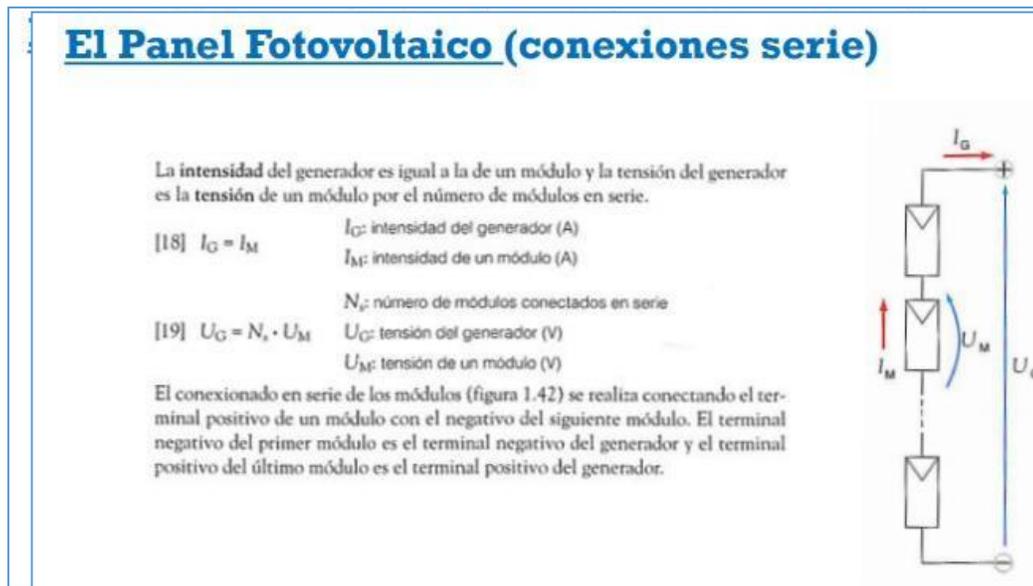


Figura 21. Paneles fotovoltaicos conexiones en paralelo

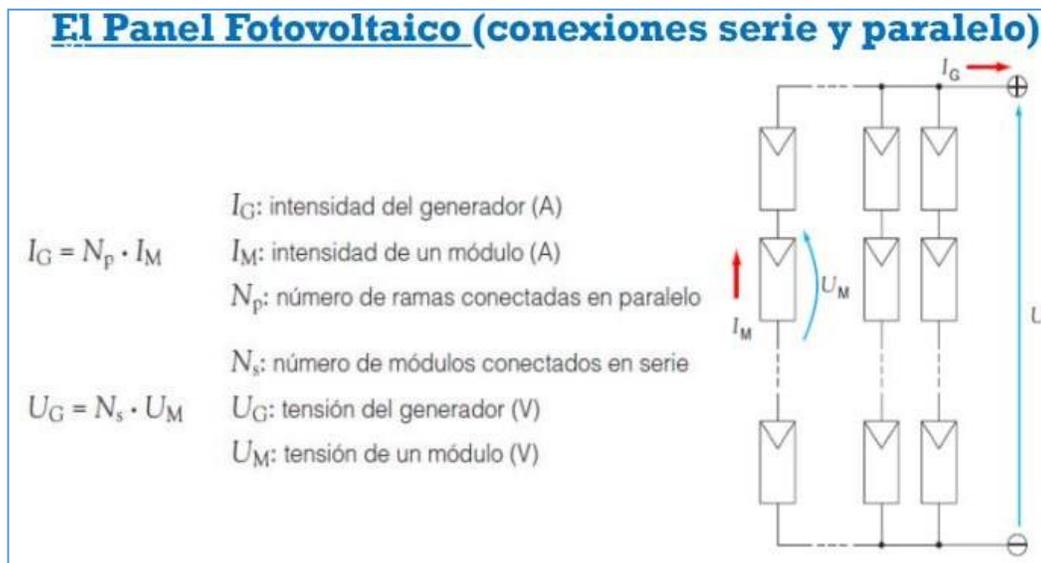


Figura 22. Paneles fotovoltaicos conexión en serie y paralelo

2.- Banco de baterías solares o acumuladores.

(Mateo, 2016) Son dispositivos capaces de transformar la energía química en energía eléctrica, almacena la electricidad producida por los paneles solares y

permite disponer de corriente eléctrica fuera de las horas de luz o en los días nublados.

Conjunto de baterías que se determina de acuerdo a la demanda de los ampere-hora necesarios.



Figura 23. Conjunto de baterías

Características de las Baterías

Amperios-Hora (Ah): Es el máximo valor de corriente que puede entregar a una carga fija en forma continua durante un determinado número de horas de descarga.

DOD (Depth of Discharge o Profundidad de descarga): Son los Amperios-hora extraídos de una batería plenamente cargada expresados en porcentaje de la capacidad nominal, que puede soportar, sin dañarse en forma repetitiva.

La vida útil: Es el máximo número de ciclos de carga y descarga de la batería. (Mateo, 2016, págs. 95-106)

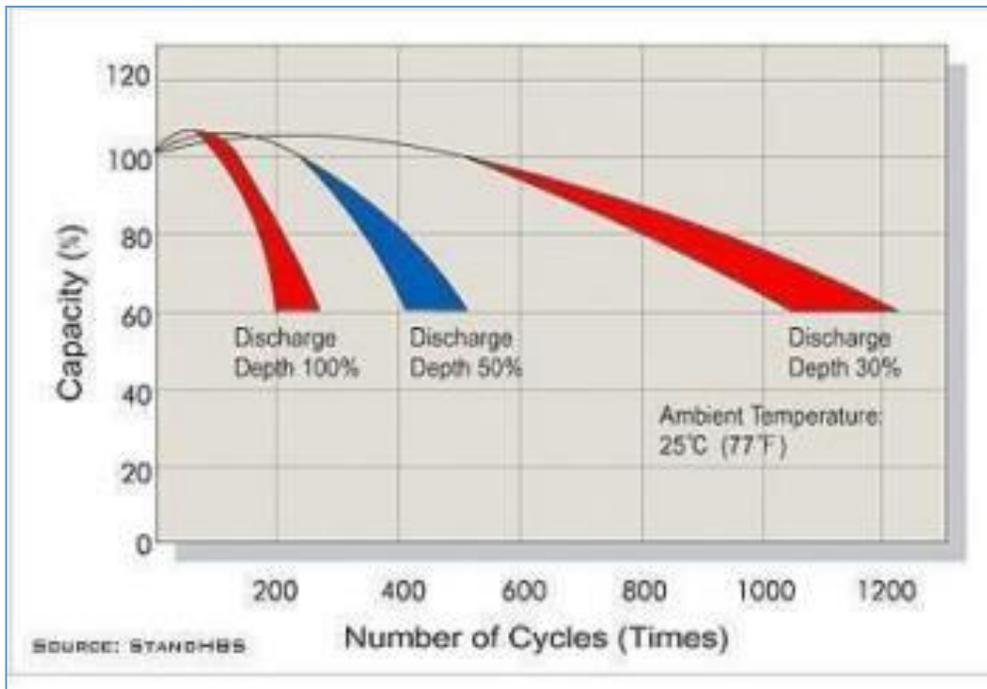


Figura 24. Ciclo de vida en relación a la profundidad de descarga

3.- Caja de conectores de paneles

(Villoz, 2008) Es una caja plástica empotrada o adosada a la pared, donde se tienen los conectores para unir los terminales de todos los paneles que se instalarán en el Kit solar, usan conectores especiales de cobre y con elementos de sujeción roscados. (Villoz, 2008, pág. 89)



Figura 25. Caja de conexiones de panel solar fotovoltaico impermeable IP65

4.- Regulador o controlador de carga

(Mateo, 2016) Es un dispositivo electrónico existen dos tipos PWM (Modulación por ancho de pulsos) y MPPT (Seguidor del punto de máxima potencia) en sistemas aislados controla rectifica y gestiona de manera adecuada la corriente que entrega los módulos al sistema.

Funciones Principales:

- Protege a las baterías contra la sobrecarga o descarga profunda.
- Protege a las baterías contra la sobrecarga, limitando la tensión de fin de carga.
- Evita la descarga nocturna de las baterías sobre el generador fotovoltaico.
- Desconectar las baterías del generador fotovoltaico cuando hay sobrecarga (abriendo el interruptor A).
- Conectar la batería de acumuladores al circuito de utilización por la noche (cerrando el interruptor A, figura 26).

- Desconectar el circuito de utilización cuando hay sobre descarga de las baterías (abriendo el interruptor A)

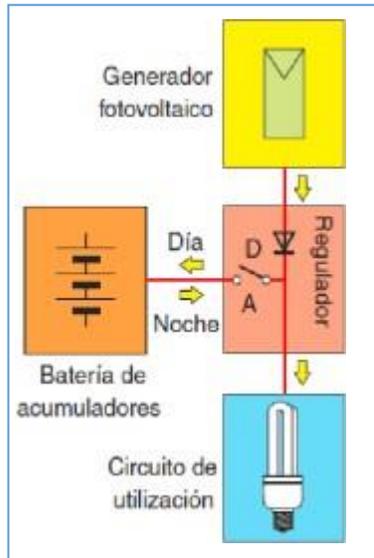


Figura 26. Funcionamiento de las baterías acumuladoras



Figura 27. Sistema fotovoltaico Off grid

Características Eléctricas para controladores de carga

Voltajes típicos de operación: 12, 24 y 48 Vcd.

Corrientes típicas: de 10 a 60 amperios.

Corrientes especiales: hasta 200 amperios.

Existen con medidores y sin ellos. (Mateo, 2016, págs. 106-109)

5.- Inversor

(Mateo, 2016) Es un dispositivo electrónico que se encarga de convertir la señal eléctrica continua en señal eléctrica alterna nominal de 220 V o 380 V de acuerdo a las necesidades del suministro. Es vital la selección de este dispositivo para cumplir con los parámetros.

Existen varios tipos de inversores:

Inversores de Onda sinusoidal: Para el correcto funcionamiento de la instalación eléctrica en un hogar, debe elegir siempre un inversor de onda sinusoidal pura, que es la que se adaptará siempre a los aparatos electrónicos domésticos que utilicen corriente alterna.

Onda senoidal modificada: Para la mayoría de equipos, y especialmente aparatos que dispongan de motores eléctricos (bombas de agua o equipos industriales como tornos, taladros, ...), los inversores de onda sinodal modificada se adaptarán mejor a sus especificaciones.

Inversores de conexión a red y de batería: Dentro de la familia de inversores podemos diferenciar entre los inversores de conexión a red, que consigue sincronizar los niveles de la energía producida por el campo fotovoltaico con la red pública, o los inversores de batería, que junto con la inyección de energía a las baterías también regulan el paso dicha energía almacenada al sistema eléctrico de los hogares/negocios/sistemas fotovoltaicos.

Inversores monofásicos y trifásicos: Dentro de los inversores de conexión a red, disponemos de dos posibilidades de conexión en las instalaciones. Así encontramos las instalaciones monofásicas, en las que la corriente fluye por un solo

conductor y se suele utilizar en instalaciones domésticas, para cargas de iluminación y pequeñas fuentes de alimentación. Por otra parte, las instalaciones trifásicas disponen de tres conexiones, más finas y baratas, que emiten potencia constante, y no de pulsos, que eleva el rendimiento de los equipos.

Características eléctricas del inversor

Alta eficiencia: Debe funcionar bien para un amplio rango de potencia.

Bajo consumo en vacío: Es decir cuando no hay cargas conectadas

Alta fiabilidad: Resistencia a los picos de arranque.

Protección contra circuitos.

Seguridad

Buena regulación de la tensión y frecuencia de salida

Potencias: Se tiene un amplio rango por ejemplo desde 300w hasta los 2 MW.
(Mateo, 2016, págs. 114 – 119)



Figura 28. Inversores solares

6.- Tablero de transferencia

Se encarga en forma automática de cerrar el interruptor principal de suministro de la empresa concesionaria y alimentar al tablero principal de la instalación eléctrica del local, y cuando el kit solar ya no tiene el voltaje ni potencia necesaria, abre el interruptor del kit y apertura el interruptor del suministro de la empresa concesionaria.



Figura 29. Tablero de transferencia

2.2.3 Energía solar disponible

(José Antonio Carta González, 2009) El sol es una estrella que constituye el centro del sistema solar del planeta Tierra. Su volumen constituye el 98.6% del sistema solar. El sol es una masa de energía que propicia la existencia de vida en el planeta y se generan climas. Además de que, provee luz, energía y calor a los seres vivientes.

El sistema solar está compuesto por Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno, Ceres, Plutón, Haumea, Makemake y Eris. El sol realiza dos movimientos: uno es la traslación alrededor de la Vía Láctea; y una rotación sobre su mismo eje. Se toma de 25 a 35 días para completar este último movimiento.

Las características generales del sol son: masa ($1,9891 \times 10^{30}$ kg), volumen ($1,409,272,569,059,860,000$ km³), densidad (1.409 g/cm³), temperatura ($5,504^\circ$ C) y composición (60 elementos).

El sol tiene la peculiaridad de absorber materias que se encuentran en su órbita. Tiene una inmensa fuerza que le permite absorber asteroides y cometas que estén cerca.

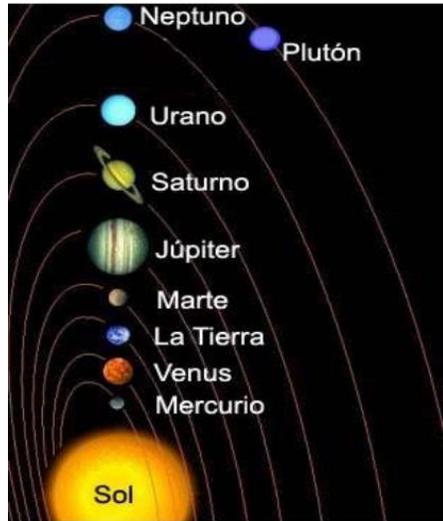


Figura 30. Sistema planetario solar



Figura 31. Núcleo solar

El núcleo está formado por gases calientes, y es donde se crea la energía del sol. En su interior, ocurren reacciones de termonucleares que convierten el hidrógeno en helio; para luego convertirlo en energía.

El espacio del núcleo solar se extiende en 139,000 kilómetros, que corresponde a una quinta parte del tamaño del sol. Y su temperatura es de 15.7 millones de °C.

Zona radiante

Es el área que recubre el núcleo y conforma un 45 % del radio de éste. El calor de la zona radiante no es tan intenso como en el núcleo.

Las radiaciones térmicas suceden en esta zona; permitiendo que la energía en el núcleo pueda trasladarse al exterior. Estas radiaciones son interceptadas por obstáculos que impiden que la energía pase a la superficie. Por tanto, esta energía se transfiere por convección en la zona convectiva.

Si una partícula de energía se escapa de la zona radiante, puede demorar unos 100,000 años volver a su curso inicial; puesto que son absorbidas constantemente.

Zona convectiva

Es la zona más inestable y profunda internamente; se extiende 200,000 kilómetros por debajo de la superficie solar. En esta capa, la energía se transfiere hacia el exterior. Además de que, suceden movimientos de convección, que son parecidos los del agua hirviendo dentro de una caldera (los gases suben a la superficie, luego de que se enfrían; descienden nuevamente).

Cabe mencionar que, los movimientos burbujeantes generados en la zona convectiva dan origen a los patrones granulados de la superficie solar.



Figura 32. Fotósfera del sol

Fotósfera

Es la capa más visible del sol, se puede observar a simple vista. La luz del sol proviene de su interior como producto de fusiones. Encima de la fotosfera, se encuentran las otras regiones (cromosfera y corona solar). Estas demás regiones emiten luz que se puede visualizar cuando ocurre un eclipse solar.

El tiempo estimado que toma la luz del sol en alcanzar la atmósfera de la Tierra, es ocho minutos con diecinueve segundos. La energía solar proveída sirve de sustento para aquellos seres que requieren de la fotosíntesis para alimentarse, o la vitamina D para crecer.

Existen zonas frías en la fotosfera, donde se crean bolsas de plasma calientes que son brillantes y que propician a que se realicen explosiones por la diferencia de temperatura.

La temperatura regular de la fotosfera es 6,000 grados centígrados. Pero en el área donde surgen manchas solares, puede alcanzar a los 4,000 grados centígrados.

Manchas solares

Son zonas oscuras que surgen de una perturbación de los poros solares. Están relacionadas con explosiones de gas y radioemisiones.

Zona de transición solar

Es una capa que fue producto de la rotación diferencial del sol. Se localiza a 5,000 km de la superficie del sol. Esta capa separa la zona convectiva y radiante. También recibe el nombre de Tacoclina. Se caracteriza por poseer regiones frías y calientes.

Una serie de fenómenos ocurren en la zona de transición. Uno de ellos es el campo magnético que controla los gases de sus alrededores, y supera la presión de la materia. También, se realizan llamaradas que viajan entre 80 a 250 km/s que sirven de fuente de vientos solares. Los vientos alcanzan velocidades increíbles de un millón de kilómetros por hora. Por otro lado, se origina el clima espacial.



Figura 33. Prominencia solar

Prominencia solar

Es una forma brillante y compuesta de gases que rodean la superficie tanto interna, como externa del sol.

Atmósfera

Es la superficie que rodea el sol y se divide en tres regiones: fotosfera, cromosfera y corona solar.

Cromosfera

Es una capa rojiza, de baja densidad y alta temperatura que sólo es visible cuando ocurre un eclipse total. El aumento de temperatura que ocurre en esta capa se debe a su estructura magnética, y a la distribución de energía mecánica.

Corona solar

Esta capa, al igual que la cromosfera, se expone cuando sucede un eclipse total. Es una aureola que bordea el sol irregularmente. Su temperatura es de 1 millón de °C.

Protuberancias solares

Es el gas esparcido desde la cromosfera hacia el exterior.

Los registros históricos señalan a los griegos, romanos y chinos, como los pioneros en la utilización de la energía solar, recordemos el uso de espejos, lupas para poder producir llama, en la agricultura en el proceso de secado de frutos se utiliza directamente la energía calorífica del sol. (José Antonio Carta González, 2009, págs. 152 – 160)

Mostramos una vista espacial de la tierra y el sol.



Figura 34. Vista espacial de la tierra y el Sol

2.2.4 Energía solar fotovoltaica

(morales, 2014) La radiación solar es la energía electromagnética que surge en los procesos de fusión del hidrógeno contenido en el Sol. La energía solar que en un año llega a la Tierra a través de la atmósfera es aproximadamente 1/3 de la energía total interceptada por la Tierra fuera de la atmósfera de la cual 70% llega al mar y la energía restante (1.5×10^{17} kW-h) a tierra firme. La radiación solar recolectada fuera de la atmósfera sobre una superficie perpendicular a los rayos solares es conocida como constante solar y es igual a 1353 W/m^2 , variable durante el año en un $\pm 3\%$ a causa de la elipticidad de la órbita terrestre. El valor máximo medido sobre la superficie terrestre es de aproximadamente 1000 W/m^2 , en condiciones óptimas de Sol a mediodía y en un día de verano despejado.

La radiación solar que llega a la superficie terrestre puede ser directa o difusa. Mientras la radiación directa incide sobre cualquier superficie con un ángulo de incidencia único y preciso, la difusa cae en esa superficie con varios ángulos. Cuando la radiación directa no incide sobre una superficie a causa de un obstáculo, el área en sombra no se encuentra completamente a oscuras debido a la contribución de la radiación difusa. Esta observación tiene importancia técnica para

los dispositivos fotovoltaicos (FV), que pueden funcionar en algunos casos solamente con radiación difusa. Una superficie inclinada puede recibir la radiación reflejada por el terreno, por espejos de agua o por otras superficies horizontales, fenómeno conocido como albedo.

Las condiciones meteorológicas influyen en la radiación solar, en un día nublado la radiación es prácticamente difusa en su totalidad; en un día despejado con clima seco predomina la componente directa que puede llegar hasta el 90% de la radiación total.

La inclinación de la superficie respecto al plano horizontal tiene su influencia en la captación de la energía solar fotovoltaica, una superficie horizontal recibe la radiación difusa máxima si no hay alrededor objetos a una altura superior a la de la superficie. La presencia de superficies reflectantes: Debido a que las superficies claras son las más reflectantes, la radiación albedo aumenta en invierno por efecto de la nieve y disminuye en verano por efecto de la absorción de la hierba o del terreno.

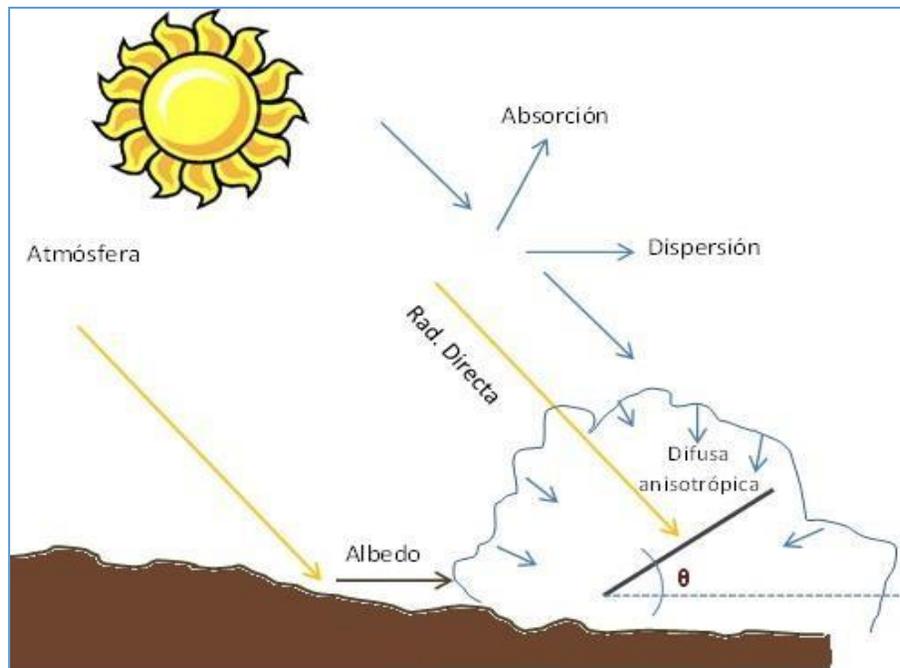


Figura 35. Distribución de la radiación solar

La relación entre la radiación difusa y la total (Figura 16), varía en función del lugar, porque al aumentar la inclinación de la superficie de captación, disminuye la componente difusa y aumenta la componente albedo. Por ello, la inclinación que permite maximizar la energía recogida puede ser diferente dependiendo del lugar. La posición óptima se obtiene cuando la superficie está orientada al Sur, esto maximiza la radiación solar captada recibida durante el día, con un ángulo de inclinación igual a la latitud del lugar.

La radiación solar total que cae sobre una superficie se calcula con la ecuación 1:

$$R_t = R_d + R_s + R_a \dots \dots \text{ecuación (1)}$$

Dónde: R_t es la radiación total recibida en la atmósfera, R_d es la radiación directa, R_s es la radiación difusa y R_a corresponde a la radiación de albedo. El aprovechamiento de la energía del Sol está condicionado por la intensidad de radiación que se recibe en la Tierra (figura 17). La radiación varía según la latitud del lugar, el momento del día, las condiciones atmosféricas y climatológicas. La unidad métrica utilizada para la radiación es el W/m^2 que expresa la cantidad de energía que llega a un área de un metro cuadrado. (morales, 2014, págs. 205 – 216)

Se muestra el gráfico de la radiación en la zona de nuestro proyecto en el departamento de Ancash.

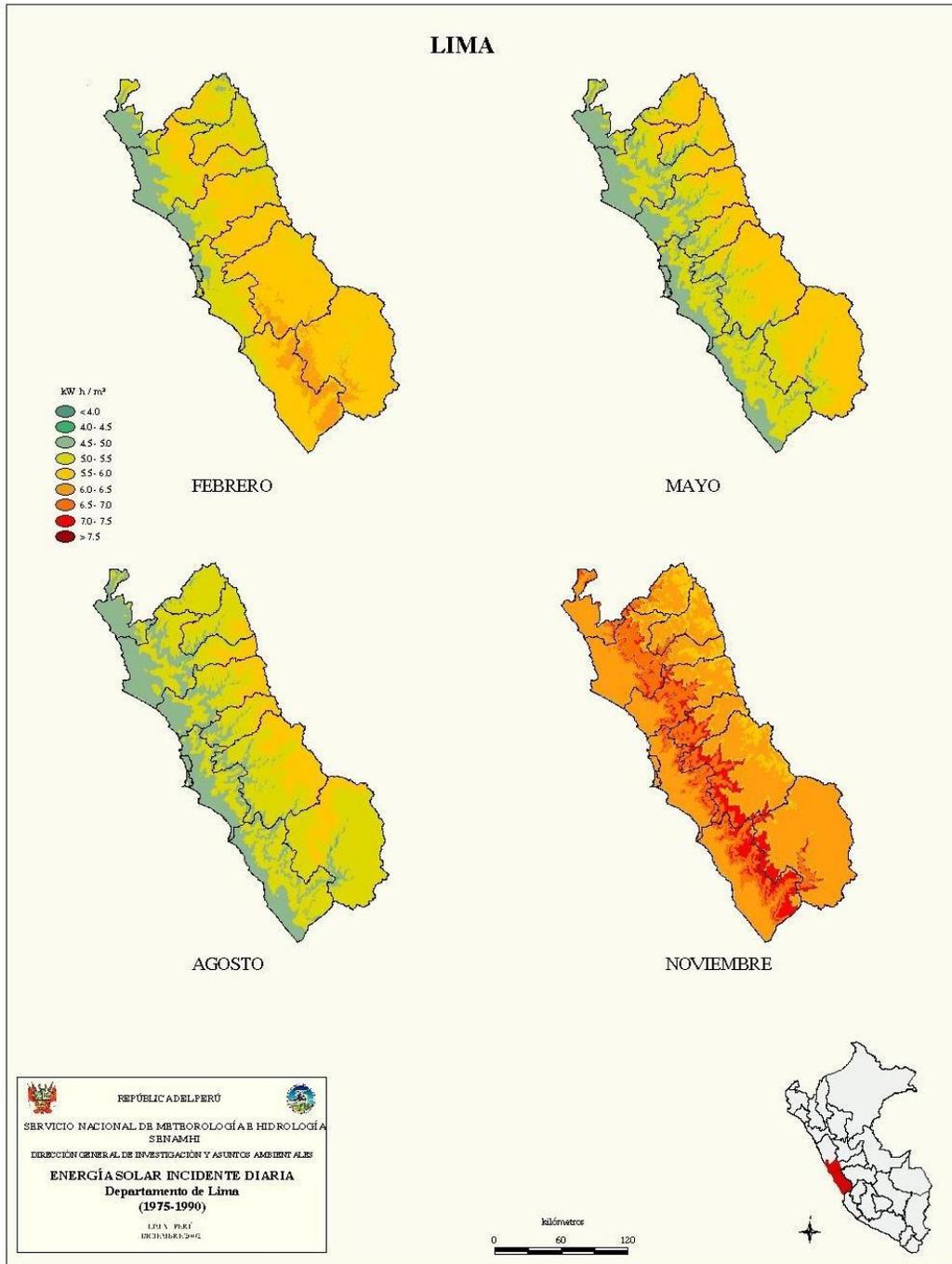


Figura 36. Irradiancia en Ancash – Perú

2.3 Conceptual

Para plantear una o más soluciones al problema de la baja calidad de la energía se presenta el siguiente planteamiento técnico que tiene como datos de entrada y salida:

Tabla 1. Datos de entrada y salida

Denominación	Símbolo	Unidades
DEMANDA DE ENERGÍA POR DIA	ED	kWh/d
AUTONOMIA EN DÍAS	D	días
TENSION DE SUMINISTRO	V_N	voltios
IRRADIANCIA DE LA ZONA	I_{rd}	W/m^2
PROMEDIO DE HORAS DE SOL POR DIA	H	HORAS/DIA
MENOR IRRADIANCIA DEL MES	G_{min}	$Watts/m^2$
Numero de paneles solares	N	unidad
Potencia pico de paneles	W_p	Watts
Relación $P = E_d/HS$ en el peor mes	P	
	$N = \frac{1.1 P}{W_p}$	

Fuente: Elaboración propia del autor

2.3.1 Orientación e inclinación de los paneles solares

(morales, 2014) Técnicamente la orientación del módulo hace referencia al ángulo azimutal, que se refiere a la posición de los paneles solares con respecto a la línea ecuatorial.

Esta posición dependerá de la ubicación geográfica donde nos encontremos. Es decir, los módulos deberán apuntar hacia el ecuador, por ejemplo:

- Si te encuentras ubicado en el hemisferio norte (por encima de la línea del ecuador), los paneles deben de ser colocados con orientación hacia el sur.

- Si te encuentras ubicado en el hemisferio sur como en el Perú, (por debajo de la línea del ecuador), los paneles deben de ser colocados con orientación hacia el norte.

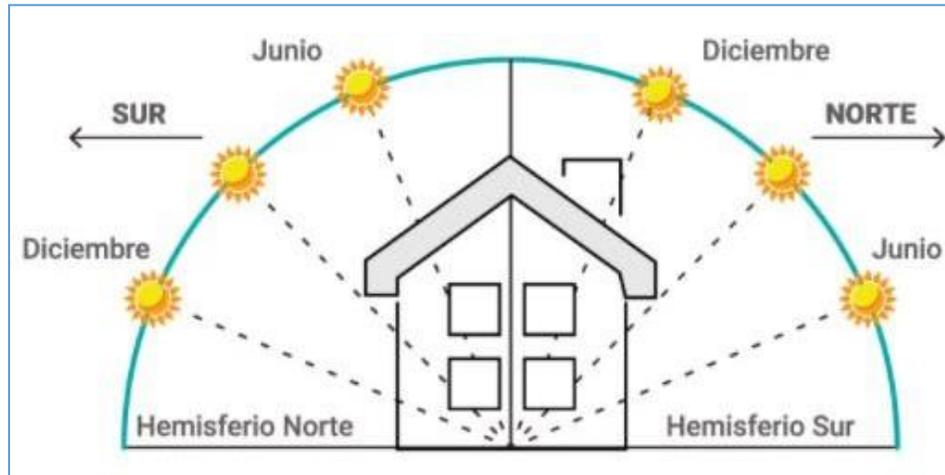


Figura 37. Orientación del sol

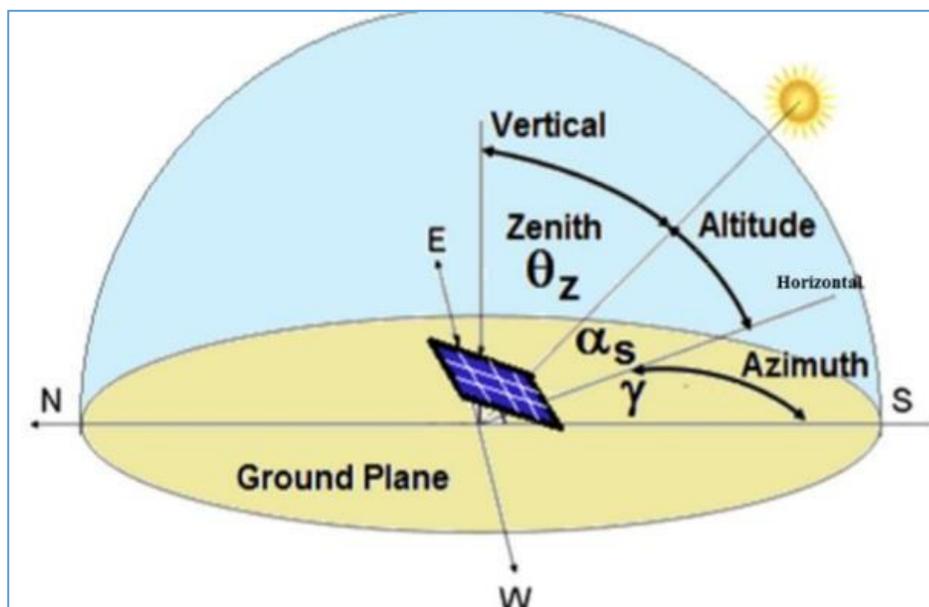


Figura 38. Azimut, Zenith y altitud

La variación de radiación solar sobre la tierra se encuentra en función a la latitud y longitud de donde nos encontremos. Esto quiere decir que no obtendremos los mismos valores de radiación si los valores de latitud y longitud varían. Para

compensar esta variación, nosotros aplicamos el cambio del ángulo de nuestros módulos que dependerá directamente de la latitud en la que nos encontremos.

La latitud indica la distancia angular entre un punto cualquiera ubicado en la superficie de la tierra y el ecuador. En líneas generales, los puntos ubicados en el hemisferio norte indican que los valores de latitud tienen valor positivo con un rango de 0° a 90° y para los ubicados en el hemisferio sur los valores de la latitud tienen valor negativo con un rango de -90° a 0° . (morales, 2014, págs. 230 – 238)

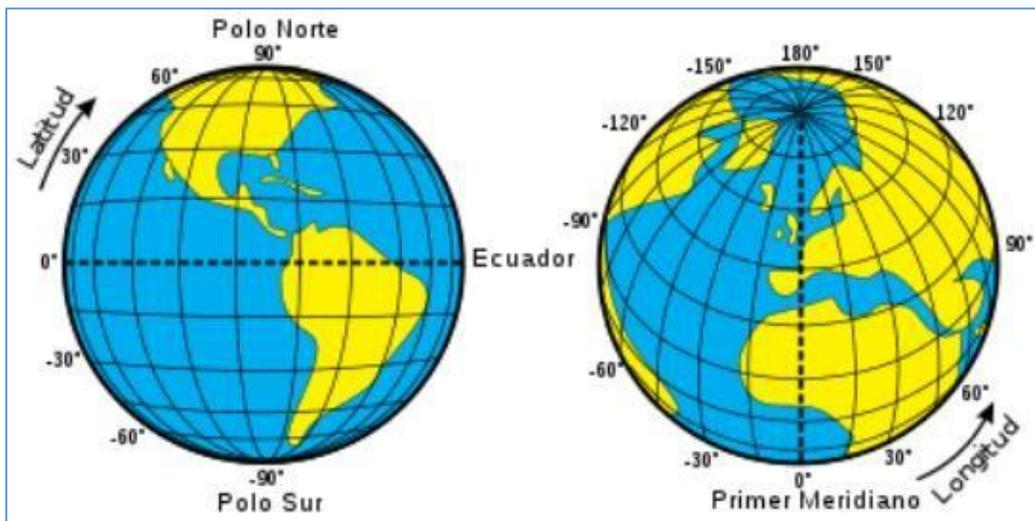


Figura 39. Latitud y longitud

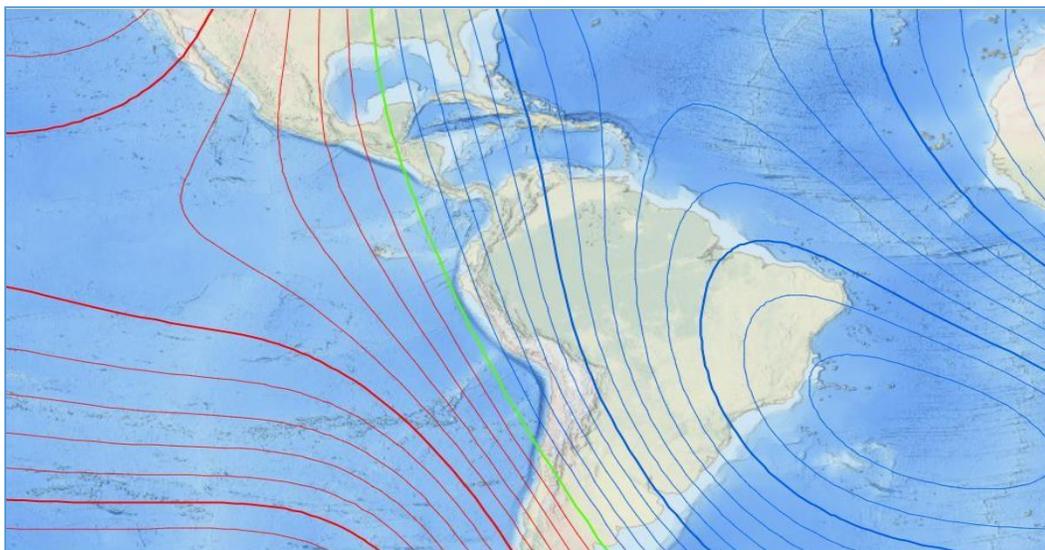


Figura 40. Patrones de declinación magnética.

2.3.2 Diseño de la encuesta

Es necesario diseñar la encuesta para obtener las características de los individuos, (cada unidad de vivienda) tales como:

- Número de habitaciones y área
- Número de luminarias y potencia.
- Número de artefactos y potencia instalada.
- Proyección de su demanda.
- Adquisición en el futuro de equipos.
- Número de servicios higiénicos y área.
- Potencia proyectada de cocina eléctrica.
- Potencia proyectada de calentador de agua.
- Potencia proyectada de una estufa.
- Potencia proyectada de máquinas procesadoras.
- Potencia proyectada de equipos de cómputo y comunicación.
- Potencia proyectada de iluminación exterior.
- Potencia proyectada de letreros luminosos.

Estas serían las principales variables estadísticas, la finalidad es determinar la demanda de energía eléctrica y de potencia para establecer la magnitud de la captación solar con el número de paneles solares adecuados.

Se ha diseñado la hoja de encuesta para la recopilación y posterior procesamiento.

2.4 Definición de términos básicos

A continuación, definimos algunos términos utilizados frecuentemente en el plan de tesis:

- Centro Poblado: Localidades del Perú ubicados en las zonas rurales o urbanos habitados con ánimos de permanencia.

- MIDIS: Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social del gobierno peruano.
- MINEM: Ministerio de Energía y Minas del Perú
- Tambo: Local construido con material noble, techo de Calaminón estructura metálica, tiene un auditorio para capacitación, dos dormitorios, dos servicios higiénicos con inodoro, acabado con mayólica y piso de loseta, una cocina amoblada, un centro de cómputo con servidor con cableado estructurado, tiene un pararrayos, un tanque de almacenamiento de agua potable. Equipado con cama hospitalaria, botiquín de primeros auxilios.
- Efecto fotovoltaico: Llamado también efecto foto eléctrico es la conversión de luz en electricidad.
- Fotón: Es la partícula portadora de todas las formas de radiación electromagnéticas incluidas los rayos X, gamma y la luz principalmente.
- Potencia pico (kWp): Potencia máxima que puede proporcionar un módulo fotovoltaico. Corresponde al punto de la curva característica V-I donde el producto V por I es máximo.
- Tensión de máxima potencia (VPMP): Es la tensión correspondiente al punto de máxima potencia de la curva característica del módulo fotovoltaico. Es la tensión de trabajo del módulo este valor se utiliza para diseñar los sistemas fotovoltaicos.
- Intensidad de máxima potencia (IPMP): Es la corriente correspondiente al punto de máxima potencia de la curva característica del módulo fotovoltaico. Es la corriente de trabajo del módulo este valor se utiliza para diseñar los sistemas fotovoltaicos.
- Tensión de circuito abierto (Voc): Es la máxima tensión que puede proporcionar el módulo fotovoltaico si se deja sus terminales en circuito abierto (módulo sin estar conectado a ninguna carga).
- Generador: Conjunto de todos los elementos que conforman una instalación fotovoltaica.

- Intensidad de cortocircuito (I_{cc}): Es la máxima corriente que va hacer capaz de proporcionar el módulo fotovoltaico si se cortocircuitan sus terminales ($V=0$).
- Acumulador: Elemento de instalación capaz de almacenar la energía eléctrica, transformándole en energía química se compone de diversas baterías conectadas entre sí en serie o en paralelo.
- Diodo de bloqueo: Diodo que impide que se invierta la corriente en un circuito.
- Inclinación: Ángulo que forma el panel solar con una superficie perfectamente horizontal o a nivel.
- Orientación: Es el ángulo respecto al sur-solar de la superficie de un panel.
- Rendimiento: Es la relación que existe entre la energía que realmente transforma en energía útil y la que requiere un determinado equipo para su funcionamiento.
- Silicio: Elemento químico del que básicamente se componen de un panel solar, es un semi conductor.
- Caja de conexiones: Elemento donde las series de módulos fotovoltaicos son conectados eléctricamente, y en donde pueden colocarse el dispositivo de protección si es necesario.
- Célula fotovoltaica: Unidad básica del sistema fotovoltaico donde se produce la transformación de la luz solar en energía eléctrica.
- Panel solar: Conjunto de células fotovoltaicas instalado como una unidad compacta para producir una tensión mayor o igual a 12 voltios.
- Central fotovoltaica: Conjunto de instalaciones destinadas al suministro de energía eléctrica a la red mediante el uso de paneles solares fotovoltaicos a gran escala.
- Contador: Mide la energía producida (kWh) mide la energía enviada a la red.
- Controlador de carga: Componente del sistema fotovoltaico que controla el estado de carga de la batería.

- Inversor: Elemento de la instalación encargado de adecuar la tensión que suministra el generador fotovoltaico y la tensión que requieren los equipos para su funcionamiento, transforma la corriente continua en alterna.
- Dimensionado: Proceso por el cual se estima el tamaño de una instalación de energía solar fotovoltaica para atender unas necesidades determinadas con unas condiciones meteorológicas dadas.

Tabla 2. Abreviaturas

Símbolo	Descripción
I	Intensidad de corriente
p_c	Potencia de cálculo
V	Tensión o diferencial de potencial
$\cos(\varnothing)$	Factor de potencia
N	Número de paneles solares
W_p	Potencia máxima o pico de un módulo fotovoltaico
a-h	Amperio – hora, unidad usada para especificar la capacidad de la batería
FV	Fotovoltaico
NOCT	Temperatura a la que trabaja una célula en un módulo en condiciones estándar.
W/m^2	Irradiancia

Fuente: Elaboración propia del autor

- Demanda eléctrica: Es la energía necesaria en cierto periodo de tiempo que requiere el centro poblado en su conjunto, considerando todas las cargas eléctricas instaladas, alumbrado interior y exterior, tomacorrientes, centros de recarga para uso comercial.
- Potencia instalada: Es la suma de las potencias indicadas como valores nominales en cada panel solar que se proyecta instalar.
- Sistema Eléctrico: Sistema de distribución de energía eléctrica es un conjunto de equipos que permiten energizar en forma segura y confiable un número determinado de cargas en distintos niveles de tensión ubicados en diferentes zonas de alcance.
- Sistema tipificado por OSINERGMIN que agrupa un conjunto de localidades urbanas, urbano rurales y rurales.

- Ministerio de Energías y Minas: Ente Normativo en materia de electrificación rural y otros.
- OSINERGMIN: Ente supervisor y fiscalizador de la energía.
- Alimentador: Red de media tensión de la cual se brinda servicio eléctrico.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

H₁: El uso de paneles solares mejora la calidad de la energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.

H₀: El uso de paneles solares no mejora la calidad de la energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.

3.1.2 Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

H₁: El uso de paneles solares mejora el suministro de energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.

H₀: El uso de paneles solares no mejora el suministro de energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.

Hipótesis específica 2

H₁: El uso de paneles solares disminuye los costos de la energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.

H₀: El uso de paneles solares no disminuye los costos de la energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.

Hipótesis específica 3

H₁: El uso de paneles solares mejora la confiabilidad del servicio de energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.

H₀: El uso de paneles solares no mejora la confiabilidad del servicio de energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.

3.2 Definición conceptual de variables

Variable independiente paneles solares: Nuevas tecnologías del uso de los paneles solares, tipos y capacidades.

Variable dependiente calidad del suministro eléctrico existente, carencia de energía eléctrica de uso comercial del centro poblado de Pararín, distrito de Pararín, provincia de Recuay, departamento de Ancash, país Perú: Se cuantifica con la demanda actual de energía eléctrica, la tensión, la frecuencia de la onda sinusoidal del suministro eléctrico, número de interrupciones al año del servicio eléctrico.

Variable dependiente Y1: Calidad del suministro de energía eléctrica de uso particular, comercial y las cargas especiales en baja tensión de 220 V del centro poblado Pararín, distrito Pararín, provincia Recuay, departamento Ancash, País Perú.

Variable dependiente Y2; Calidad del suministro de energía eléctrica para el alumbrado público del centro poblado Pararín, distrito Pararín, provincia Recuay, departamento Ancash, País Perú.

3.2.1 Operacionalización de variables

Variable independiente: Nuevas tecnologías del uso de los paneles solares, tipos y capacidades. Se cuantifica con la irradiancia (W/m^2), cantidad de paneles solares fotovoltaicos (del tipo 96 celdas, de 500Wp y una tensión de 42,8 voltios), la potencia (watts) como indicador de la fuente de energía de la luz solar.

Variable dependiente: Mejora del suministro eléctrico del centro poblado de Pararín, distrito de Pararín, provincia de Recuay, departamento de Ancash, país Perú: Carencia del suministro eléctrico de calidad, interrupciones del servicio, variación de la tensión, la falta de planificación, carencia de suministro eléctrico de uso comercial para la zona industrial de Pararín.

Se mide con los siguientes indicadores:

SAIDI: Tiempo promedio de interrupción por usuario en un tiempo determinado.

SAIFI: Es la frecuencia media por usuario en un periodo determinado.

Índice de electrificación

El indicador sobre el que se evalúa que porcentaje de la población tiene servicio eléctrico por familias y por demanda insatisfecha.

Variable independiente:

Uso de paneles solares

Falta de paneles solares para mejorar el suministro eléctrico en el centro poblado de Pararín, distrito de Pararín, provincia de Recuay, departamento de Ancash, país Perú, falta de planificación para lograr el financiamiento del planteamiento de mejora del suministro eléctrico.

El planteamiento consiste en mejorar el suministro eléctrico del centro poblado en su conjunto usando paneles solares modernos y eficientes. Se mide mediante la potencia nominal del generador fotovoltaico el cual diseñado apoyándonos en el software PVsyst

Tabla 3. Operacionalización de variable independiente

Variable	Concepto	Dimensión	Indicadores
VI: Uso de paneles solares fotovoltaicos	Son asociaciones de células fotovoltaicas que usan el haz de luz solar para generar corriente eléctrica continua. (Mateo, 2016, pág. 60)	Irradiancia solar (W/m ²)	Cantidad de vatios por metro cuadrado (w/m ²) <i>$\frac{\text{potencia incidente}}{\text{superficie}}$</i>
		paneles solares fotovoltaicos	Cantidad de paneles solares fotovoltaicos
		Potencia eléctrica (W)	Cantidad de Watts

Fuente: Elaboración propia del autor

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo y diseño de investigación

4.1.1 Tipo de investigación

Por la naturaleza de la investigación, según la tendencia es del tipo cuantitativa, ya que los resultados finales se expresan con magnitudes medibles. Según la orientación es aplicada y tecnológica, puesto que los conocimientos modernos del uso de paneles solares se aplica directamente a la solución de los problemas de un sector de la sociedad cómo también impulsa al desarrollo productivo, los hallazgos tecnológicos y estudios realizados a nivel internacional entorno a las nuevas tecnologías de los paneles solares y de los inversores, se aplican planteando el diseño de una instalación solar fotovoltaica, considerando un aporte a las nuevas investigaciones en la realidad del interior de nuestro país, y según su análisis y alcance de resultados es de evaluación.

La investigación es de nivel descriptivo dado que se pretende conocer las situaciones de la población e identificar la relación entre las variables.

4.1.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es pre experimental, con la implementación del planteamiento para el uso óptimo de los paneles solares en el centro poblado de Pararín, distrito de Pararín, provincia de Recuay, departamento de Ancash, país Perú, se logra mejorar la calidad del suministro eléctrico para que el centro poblado pueda realizar sus actividades y así mejorar la calidad de sus productos agrícolas.

4.2 Método de investigación

Se aplica el método analítico, inductivo y deductivo, en el presente estudio se hace un análisis del procedimiento lógico que nos ha permitido descomponer

todo un sistema fotovoltaico en sus partes y cualidades cómo también sus múltiples relaciones entre los componentes para su posterior aplicación y utilidad (L6)

4.3 Población y muestra

4.3.1 La población

Son todas las 118 viviendas del centro poblado Pararín, las cargas especiales (centro educativo, Municipalidad distrital, Iglesia católica, 02 centros de salud, complejo multideportivo, 02 centros de bombeo, y 02 talleres) y el alumbrado público del distrito Pararín, provincia Recuay, departamento Ancash, País Perú. Es una población que se dedica a la agricultura, ganadería, actividades comerciales, está población se caracteriza en transformar sus productos agrícolas en productos de mayor valor agregado para lo cual tienen que viajar a la ciudad de Barranca (235 km). Además, están constituidos cómo comunidad campesina de Pararín y son propietarios de terrenos concesionados para material agregado para la construcción.

4.3.2 Muestra

Conjunto de viviendas, cuya cantidad se determina con un nivel de confianza y un modelo probabilístico.

El tamaño de la muestra se establece haciendo uso de la fórmula de un muestreo probabilístico que detallamos:

Fórmula para el cálculo de la muestra (L7)

$$n = \frac{NZ^2PQ}{e^2[N - 1] + PQ(Z^2)}$$

Donde:

N Tamaño de la muestra
N Tamaño de la población objetivo, N=118

- Z Factor probabilístico que depende del nivel de confianza del 95%, z=1.96
- P Probabilidad que ocurra favorablemente, P=0,8
- Q Probabilidad que no ocurra favorablemente, Q=0,2
- E Error en la investigación: 5%

El tamaño de la población es el número de viviendas u hogares que viven en el centro poblado de Pararín, el tamaño de la población lo extraemos de la página web del MIDIS www.MIDIS.gob.pe programa nacional de Tambos.

Mostramos el cálculo del tamaño de la muestra:

$$n = \frac{118(1,96^2)(0,85)(0,15)}{0,05^2[118 - 1] + (0,85)(0,15)(1,96^2)}$$

$$n = \frac{118(0,614656)}{(0,0025)[117] + 0,614656}$$

$$n = \frac{118(0,614656)}{0,907156}$$

$$n = 80$$

Tabla 4. Tamaño de la muestra

Centro poblado	Número de viviendas del centro poblado	Tamaño de la muestra: viviendas encuestadas
PARARIN RECUAY ANCASH	118	80

Fuente: Elaboración propia del autor

4.4 Lugar de estudio

Es el centro poblado de Pararán, ubicado en el distrito Pararán, provincia Recuay, departamento Ancash, que se ubica a 3380 msnm (metros sobre el nivel del mar) a una latitud sur $-10^{\circ}02' 59''$ y latitud oeste de $- 77^{\circ}39' 12''$

Vías de acceso: la primera forma es desde la ciudad de Lima hacia la ciudad de barranca 190 kilómetros, de la ciudad de barranca hasta Chasqui tambo y luego Pararán, un total de 270 km.

La segunda desde la ciudad de Huaraz hasta Catac luego hasta la localidad de Cotaparaco y luego hasta Pararán haciendo un total de 91 km.

Instituciones públicas: las principales son:

Municipalidad distrital: local de 600 m² con oficinas de registro civil, sala de reuniones, despacho del alcalde, despacho de la secretaría y de los concejales.

Centro educativo: ubicado en el extremo del centro poblado en una extensión de 2500 m², presta servicios educativos en el nivel inicial, primaria y secundaria con una población aproximada de 100 estudiantes, tiene ambientes para aulas y administración en una edificación moderna de 2 pisos, cuenta con centro de cómputo y una sala de cómputo de 40 computadoras, laboratorios de física y química, en el turno nocturno solo funcionan 2 aulas desde las 6 pm hasta las 10 pm.

Tambo: Plataforma de Apoyo a la Inclusión Social (PAIS): también, administrado por el Ministerio de desarrollo e inclusión social MIDIS es una edificación moderna ubicado en el extremo superior del centro poblado en la zona llamada Corral Girca, es una plataforma del estado.

Centros de Salud: Existen dos (02) centros de salud con atención básica desde las 08:00 hasta las 18:00 horas.

Centros de Bombeo: Existen dos (02) con una potencia de 1,49 kW cada uno, que son utilizados para mejorar el abastecimiento de agua de la población.

Iglesia Católica: Presta servicios religiosos dominicales con un área de 300 m². Y una sala de reuniones.

Complejo multideportivo: Ambiente formado por una loza deportiva y tribunas en galerías.

Talleres: Existe un taller de carpintería y uno de estructuras, prestan los servicios complementarios a la agricultura y a los que acres del hogar.

Periodo de desarrollo

El desarrollo del presente informe de estudio de la Instalación de un sistema fotovoltaico en el distrito de Pararin se inició con las siguientes etapas:

Se tomo conocimiento de la problemática del sistema eléctrico en el distrito de Pararin.

Presentación y Aprobación del proyecto

Elaboración del informe final de la tesis.

Lo cual nos llevó un aproximado de seis (06) meses.

4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

En el presente estudio se ha hecho uso de las siguientes técnicas:

4.5.1 Encuesta

Se realizó la encuesta el 19 de febrero del 2022 donde se tuvo contacto con las unidades de observación (las viviendas, las cargas especiales y el alumbrado

público), por medio del cuestionario que se diseñó y que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5. Hoja de encuesta

LUGAR DE LA ENCUESTA:	PARARÍN - RECUAY - ANCASH - PERU					
FECHA DE LA ENCUESTA:	FEBRERO DEL AÑO 2022					
# DE SUMINISTRO:						
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO						
TELEVISOR						
EQUIPO DE SONIDO						
LICUADORA						
LAP TOP						
TOTAL						

Fuente: Elaboración propia del autor

4.5.2 Análisis documental

Se obtuvieron datos de los registros de la empresa concesionaria de electricidad (Hidrandina), Del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi), del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin)

4.5.3 Observación de campo no experimental

Esta técnica se empleó para profundizar el conocimiento del sistema eléctrico rural, las características del suministro y del alumbrado público.

4.5.4 Observación Experimental

Se utilizó para la elaborar la ficha de registro de datos de cada encuestado (tabla N°6).

Instrumentos para la recolección de la información.

Cuestionario: Se hizo un conjunto de preguntas para determinar la demanda de potencia y energía en cada unidad de observación.

4.6 Análisis y procesamiento de datos

Análisis en gabinete: Se diseñó la hoja de encuesta y se planeó viajar a la localidad con un grupo de 04 encuestadores que recibieron capacitación para la obtención de los datos de una manera realista.

Trabajo en campo: Se verificó la cantidad de hojas de encuestas, se distribuyó entre los cuatro encuestadores y luego se procedió a realizar las encuestas de acuerdo al formato

4.6.1 Procesamiento estadístico de datos

Obtención de la información de la población: se llegó a determinar que está constituida por 118 viviendas del centro poblado de Pararin, las cargas especiales y el alumbrado público. La característica más importante de la población es la Calidad del suministro de la energía eléctrica, los datos obtenidos en la encuesta se procesan usando la hoja de cálculo Excel que nos permite obtener la demanda de energía eléctrica en el mes crítico, febrero de 2022.

Definición de las variables estadísticas

La variable estadística independiente es el uso de paneles solares, estos datos se obtienen procesando la información del Instituto de Meteorología e Hidrología (Senamhi). Obteniéndose la irradiancia de los doce (12) meses del año.

La variable estadística dependiente es la Calidad del suministro de la energía eléctrica, los datos obtenidos en la encuesta se procesan usando la hoja de cálculo Excel que nos permite obtener la demanda de energía eléctrica en el mes crítico, febrero de 2022. Parte de la calidad de suministro de energía eléctrica la variación porcentual de la tensión eléctrica así también el número de interrupciones.

Definición de las herramientas estadísticas y el programa de cómputo:

- Las herramientas utilizadas son:

- La encuesta
- La hoja de cálculo Excel

V. RESULTADOS

5.1 Resultados descriptivos

De la población

Estos son los resultados que describen a la población objetivo

Ubicación: Está ubicado en el distrito de Pararín, provincia de Recuay, departamento de Ancash, país Perú, se encuentra a 270 kilómetros de la capital del Perú ciudad de Lima, está a una altitud de 3360 msnm (metros sobre el nivel del mar).

Está ubicado a una:

Latitud: -10° 02' 59" Sur

Longitud: -77° 39' 12" Oeste

Vías de acceso: la primera forma es desde la ciudad de Lima hacia la ciudad de barranca 190 kilómetros, de la ciudad de barranca hasta chasqui tambo y luego Pararín, un total de 270 km.

Desde la ciudad de Huaraz hasta Catac luego hasta la localidad de Cotaparaco y luego hasta Pararín.

Instituciones públicas: las principales son:

Municipalidad distrital: local de 600 m² con oficinas de registro civil, sala de reuniones, despacho del alcalde, despacho de la secretaría y de los concejales.

Centro educativo: ubicado en el extremo del centro poblado en una extensión de 2500 m², presta servicios educativos en el nivel inicial, primaria y secundaria con una población de 600 estudiantes, tiene ambientes para aulas y administración en una edificación moderna de 2 pisos, cuenta con centro de cómputo y una sala de cómputo de 40 computadoras, laboratorios de física y química, en el turno nocturno solo funcionan 2 aulas desde las 6 pm hasta las 10 pm.

Plataforma de Apoyo a la Inclusión Social (PAIS): también llamado tambo, administrado por el Ministerio de desarrollo e inclusión social MIDIS es una edificación moderna ubicado en el extremo superior del centro poblado en la zona llamada Corral Girca, es una plataforma del estado y está equipado de la siguiente manera:



Figura 41. Tambo de Pararin

Viviendas: el tipo de vivienda es de material tradicional de la zona, paredes de adobes de arcilla mezcladas con paja, techos de teja o calamina con estructura de madera rudimentaria.



Figura 42. Viviendas de Pararin

Demanda de energía eléctrica

Según el resultado de la encuesta (Anexo II). podemos obtener la demanda de energía eléctrica en el mes crítico (febrero del 2022) en kWh día, durante los 12 meses del año, usando el diagrama de carga anual en los 12 meses del año según la información obtenida por la concesionaria (Hidrandina) y haciendo uso de la hoja de cálculo Excel se obtiene el siguiente cuadro que esta detallado en el anexo 4.

Tabla 6. Cálculo del Energía por mes

Mes	Energía solar disponible (Rd)	Consumo de energía (Ed)	Cociente: ED /Rd
Enero	4,2	174,12	41,46
Febrero	4,2	194,61	46,34
Marzo	4,1	169,98	41.46
Abril	5,1	167,07	32,76
Mayo	4,8	106,13	22,11

Junio	4,3	179,07	41,64
Julio	5,6	149,25	26,65
Agosto	6,5	106,13	16,33
Septiembre	6,7	125,09	18,67
Octubre	6,5	120,23	18,50
Noviembre	6,5	108,81	16,74
Diciembre	5,5	167,49	30,45

Fuente: Elaboración propia del autor

Considerando que el mes crítico es febrero, luego el cálculo del valor de:

$$E_d = 194,61 \frac{kWh}{día}$$

Seleccionamos el uso de panel solar de 500 Wp, y 42,8v, de la marca Trina Solar modelo: TSM-DE-15MC11-500.

Debido a la constante solar de 1,0 kW/m², el número de horas pico es numéricamente igual a $R_d = 4,2$, la potencia teórica sin pérdidas se calcula

aplicando la fórmula: $R = \frac{E_d}{HBS}$

Donde:

P_t : Potencia teórica sin pérdidas.

E_d : Consumo de energía en kWh/día.

HBS: horas solar pico.

Luego obtenemos:

$$P_t = \frac{194,61 kWh}{4,2 h} = 46,34 kW$$

La fórmula establece:

$$P_{pgenerador} = P_t(f_{pp})(f_{pinversor})(f_{diseño})$$

Donde:

$P_{pgenerador}$: Potencia pico del generador solar (watts)

f_{pp} : Factor de pérdidas en los paneles igual a 1.1

$f_{pinversor}$: Factor de pérdidas en el inversor trifásico 1.1

f_d : Factor de diseño 1.25

$$P_{pgenerador} = 46,34 \text{ kW}(1.1)(1.1)(1.25) = 70 \text{ kW}$$

La potencia pico nominal del campo de generación fotovoltaico es de 70 kW.

Considerando un factor de potencia: 0,8 (característica del inversor).

El número de paneles es:

$$N = \frac{P_{pgenerador} (w)}{p_{pp} (w)} + 1 = \frac{70\,000}{500} + 1 = 141, \text{ se escoge el múltiplo de 4 por exceso} = 144$$

El presente cálculo es una única iteración, por eso usamos el software PVsyst 7.2, cuya bondad es realizar varias iteraciones arrojándonos los siguientes valores refrendados en el anexo 5 (REPORTE DE CÁLCULO CON EL SOFTWARE PVsyst 7.2).

Potencia nominal del campo solar :75 kW

Número de paneles: 52 por grupo (panel Trina Solar modelo TSM-DE-15M-500)

Número de grupos: 3

Potencia de cada inversor: 25 KVA, factor de potencia: 0,8

Número de inversores: 1 por grupo, total 3 inversores.

Características técnicas del panel solar Tri solar – 500W

Están fabricados con las células fotovoltaicas de mayor eficiencia del mercado. Si disponemos de una cubierta con poco espacio disponible o queremos bajar costos de nuestra instalación disminuyendo el número de estructuras necesarias para el montaje este panel solar de 500W es la elección adecuada. En sistemas como bombeos solares son paneles muy adecuados para alcanzar los voltajes de trabajo con un menor número de paneles solares.

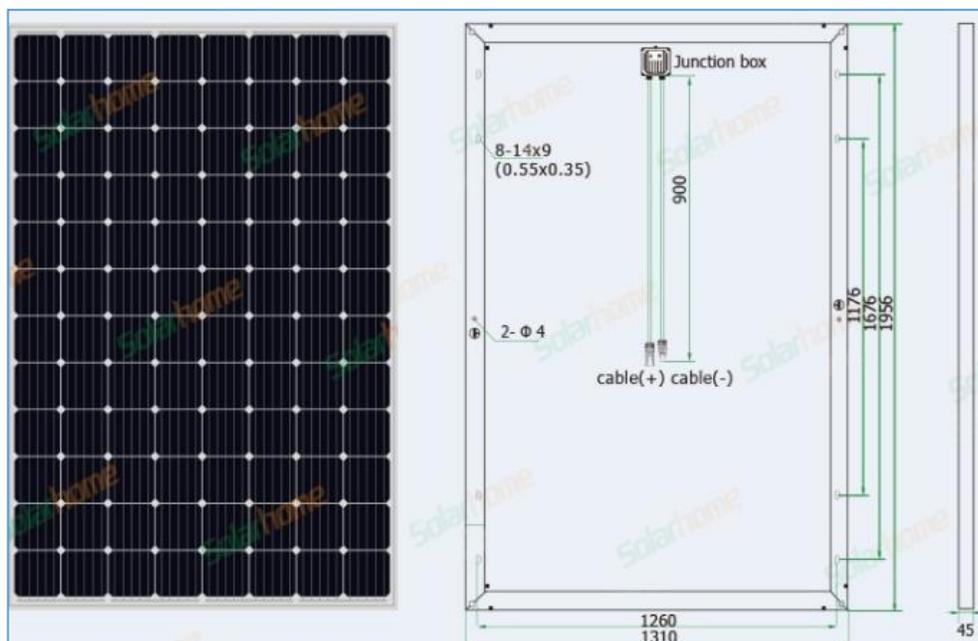


Figura 43. Panel solar 500W – 42,8 v

El panel solar de 500W Monocristalino 42,8 voltios está compuesto por un vidrio anti reflectante que aumenta el nivel de transmisividad un 2%, lo que permite aprovechar toda la luz proyectada por el sol y aumentar su eficiencia un 2%.

Según las tecnologías en la fabricación del módulo solar se pueden dar dos tipos de paneles solares: placas solares monocristalinas y placas solares policristalinas, es importante tener claro las diferencias entre los paneles solares

monocristalinos y los paneles solares policristalinos para que el tipo de célula sea adecuada al lugar donde se va a instalar el panel solar.

El panel solar monocristalino de 500W es una solución muy eficiente porque nos da más potencia en menos espacio con lo que podemos aumentar la potencia solar instalada en el mismo espacio o tener la misma potencia solar instalada ocupando menor espacio. El panel solar de 500W Monocristalino 42,8 voltios es de fácil montaje e instalación; Con el panel solar 500W Monocristalino 42,8 voltios, tendrás una gran funcionalidad para la generación de energía eléctrica en casetas de campo, naves, edificios o viviendas habituales.

El panel solar de 500W Monocristalino 42,8 voltios utiliza materiales de última generación desarrollados por la industria fotovoltaica. Dispone de 96 células colocadas en serie

La aplicación típica del panel solar 500W monocristalino 42,8 voltios es suministrar energía eléctrica a equipos electrónicos de pequeña y mediana potencia que, por sus características, estén ubicados en zonas alejadas de núcleos urbanos, como baterías alejadas de fuentes de energía convencionales (ejemplo: Una batería que se encuentra en alguna caseta de poco uso) postes de socorro, indicadores luminosos, pequeñas balizas también es muy utilizado en las instalaciones de autoconsumo debido a su mejor relación de potencia y tamaño.

En “Todo Solar” puede comprar el panel solar de 500W 24V por unidades sueltas o por paletas o integrado en nuestros kits solares con todo incluido, tanto para instalaciones aisladas como para instalaciones de autoconsumo, proporcionando absoluta autonomía e independencia de las compañías eléctricas, proporcionando durante las horas diurnas energía que se consumirá y se almacenará para poder ser consumida también en las horas nocturnas o cuando no se dispone de energía solar por cuestiones climatológicas.

Ambos kits solares pueden ser completamente personalizables según sus necesidades, y podrá observar cómo en muchos de ellos se incluye el Panel Solar 500W 42,8 v Monocristalino a un precio más atractivo que adquiriéndolo por separado.

PANEL SOLAR

- Vidrio antirreflejante
- La translucidez de la luminancia normal aumenta un 2%.
- La eficiencia del módulo aumenta un 2%.
- Función autolimpiante.
- Vida útil 25 años.

CÉLULA SOLAR

- Celda fotovoltaica 5BB de alta eficiencia
- Color uniforme
- Anti-PID
- Celda estándar de Alemania
- Prueba completa

CUADRO

- Plateado y negro
- Espesor 30/35/40/45 / 50mm
- Prueba de esfuerzo

CAJA DE CONEXIONES

- Edición independiente convencional y edición personalizada de ingeniería.
- La calidad del diodo garantiza la seguridad del funcionamiento del módulo
- Nivel de protección IP67
- Disipación de calor

- Larga vida útil

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Modelo: 15M-DE-500
- Potencia máxima nominal:500W
- Voltaje máximo de potencia (Vmp / V): ,8v
- Corriente de cortocircuito (Isc / A):..... 10,87A
- Corriente de potencia máxima (Imp / A): ...10,28A
- Eficiencia del módulo.19,51%
- Medidas: 1956 x 1310 x 45 mm
- Condición de prueba estándar (STC): Irradiancia 1000W/m², temperatura de la celda 25 grados centígrados, masa de aire 1.5.

Cálculo del Inversor:

Depende de la potencia instalada, se determina la potencia nominal del inversor mediante la fórmula:

(Villoz, 2008)

$$P_{inversor} = \frac{E_d}{(\text{horas de funcion})[\eta_{sist}]}$$

$$\left. \begin{array}{l} E_d: \text{energía demandada en kwh por día} = 290 \text{ kwh/día} \\ \text{horas solar pico: } 4.2 \text{ horas} \end{array} \right\}$$

$$\eta_{sist}: \text{eficiencia del sistema del inversor} = 0,958$$

$$P_{inversor} = \frac{194,61 \text{ kwh/día}}{(4.2 \text{ h/día})(0,958)} = 48,34 \text{ kw}$$

(Villoz, 2008, pág. 227)

El valor comercial es de 25 KVA.

La descripción del inversor es:

La gama de inversores Sirio K del distinguido fabricante Riello son inversores categorizados como de conexión a red de gran potencia, en este caso conexión a red trifásica. Los inversores modelo SIRIO K HV de Riello son inversores de conexión a red trifásicos de gran potencia. La gama K HV está disponible desde el modelo K12, que es el más pequeño y puede proporcionar 12kW de potencia de salida hasta el K250 con 250kW de potencia máxima. Se trata de una amplia gama de modelos muy versátil para sistemas con elevados requerimientos de energía y alimentación.

El Inversor 25Kva Riello Sirio K25 está indicado para sistemas con conexión trifásica. Se trata de una solución ideal cuando tenemos consumos elevados en horas solares ya que conseguiremos de esta forma un ahorro muy importante en nuestra facturación de electricidad. El Inversor 25Kva Riello Sirio K25 es posible utilizarlo únicamente con paneles solares para ofrecer energía directamente a nuestro consumo, o utilizarlo junto a otro inversor con baterías para complementar la alimentación de consumos gracias a la energía almacenada en acumuladores. De esta forma podemos crear instalaciones solares híbridas de gran potencia con solo dos equipos: el Inversor 25 KVA Riello Sirio K25 al que tendremos conectados los paneles solares, y un inversor sirio SPS el cual trabaja transformando la energía almacenada en los acumuladores en energía apta para el consumo.

El Inversor 25KVA Riello Sirio K25 trabaja junto al sistema solar fotovoltaico que tenga conectado. El Inversor 25KVA Riello Sirio K25 se acopla a la red eléctrica existente de la compañía eléctrica, inyectando la energía que aportan los paneles solares para abastecer los consumos de forma que se reduzca lo máximo posible la energía consumida por la red. Un sistema de autoconsumo sin baterías como sería este caso, se amortiza rápidamente siempre que los consumos diurnos sean elevados.

El Inversor 25KVA Riello Sirio K25 es también compatible con los inversores Sirio modelo SPS en el caso de que queramos dotar a nuestra instalación con un banco de baterías. Añadiendo al inversor Sirio K25 de Aros Solar un inversor como el SPS tendremos la posibilidad de almacenar los excedentes de energía en las baterías, para posteriormente abastecernos durante las horas nocturnas o en los momentos en los que no tengamos suficiente producción fotovoltaica.

Los modelos HV de los inversores Sirio K se diferencian de los modelos normales en que trabajan a un voltaje sensiblemente superior en la serie de paneles. Esta diferenciación nos obliga a utilizar series de paneles más largas, pero a cambio la eficiencia del campo solar será sensiblemente superior ya que podremos trabajar con corrientes de entrada más bajas y así tener menos pérdidas en el sistema. Por ejemplo los modelos normales suelen trabajar hasta unos 800Vcc de tensión en circuito abierto, mientras que los modelos HV pueden ascender hasta los 880Vcc. Del mismo modo la tensión operativa del regulador MPPT también es superior tanto en su cifra máxima como mínima. Nos obligará a trabajar con series de mayor voltaje ofreciendo también una mejor eficiencia; muy importante en inversores de semejante potencia.

Gracias al Inversor 25KVA Riello Sirio K25 podremos tener un ahorro significativo si nuestro consumo de electricidad se produce durante las horas de producción solar. Los inversores de conexión a red de Riello tienen una elevada eficiencia, llegando a un rendimiento pico del 95.3%. El Inversor 25KVA Riello Sirio K25 es capaz de cubrir consumos en trifásica de hasta 25KW siempre que tenga conectados los paneles solares suficientes para poder alcanzar dicha potencia. Dado que su regulador MPPT tiene un gran rango de funcionamiento, se podrán realizar series largas de paneles disminuyendo así las pérdidas asociadas. El inversor Sirio K25 de Aros Solar dispone únicamente de una entrada de corriente CC que admite hasta 361A de intensidad, por lo que se podrán hacer varias series de paneles en paralelo, siempre y cuando todas tengan el mismo número de paneles conectados en serie.

El Inversor 25KVA Riello Sirio K25 es un producto de gran durabilidad y fiabilidad. Incorpora un transformador interno que le otorga el aislamiento galvánico necesario entre la corriente continua y la corriente alterna. Este transformador del inversor Riello Sirio K25 influye en su peso, superior a los 300 kg, sin embargo su formato de armario nos ayuda a ubicarlo y acceder fácilmente a su interior.

El Inversor 25KVA Riello Sirio K25 dispone de los siguientes sistemas de control y protección:

- Distorsión armónica menor al 3%.
- Magnetotérmico de protección a la salida de corriente alterna.
- Seccionador de protección en la entrada de corriente continua.
- Protección de derivaciones hacia tierra.
- Temperatura controlada gracias a un ventilador.

El regulador interno MPPT del Inversor 25KVA Riello Sirio K25 garantiza la máxima producción posible del campo fotovoltaico en cualquier momento del día. Su regulador MPPT nos ayuda a extraer todo el rendimiento posible aún habiendo cielo nublado, con brumas o mala climatología. Si no disponemos de producción suficiente de paneles, el inversor pasa a modo en stand-by hasta que la radiación vuelva a ser la óptima. Con ello obtenemos un bajo consumo propio y un mejor rendimiento energético.

Con el Inversor 25KVA Riello Sirio K25, gracias a su display táctil LCD a color y su gran compatibilidad de comunicaciones integradas, seremos capaces de visualizar el funcionamiento y el rendimiento de nuestra instalación fotovoltaica.

El Inversor 25KVA Riello Sirio K25 dispone de una sencilla interfaz, donde podremos acceder mediante sus iconos a todas las funciones de consulta y configuración. El Inversor 25KVA Riello Sirio K25 ofrece en cada instante datos

sobre su consumo y sobre la potencia de salida fotovoltaica, junto a información complementaria del sistema.

La avanzada monitorización del Inversor 25KVA Riello Sirio K25, nos permite operar a través del mismo y controlar todas sus funciones desde cualquier lugar. Gracias a la visualización remota VNC seremos capaces de ver la pantalla del Inversor 25KVA Riello Sirio K25 siempre que dispongamos de una conexión Ethernet en el lugar de instalación.

Con el Inversor 25KVA Riello Sirio K25 seremos capaces de controlar el vertido de energía a la red eléctrica que se produzca con los excedentes de energía solar. El Inversor 25KVA Riello Sirio K25 dispone de un sistema anti vertido externo que podemos adquirir por separado, y con el cual podremos hacer una lectura en cada momento del consumo de la vivienda para que el inversor modifique también el punto de trabajo del campo fotovoltaico y no se viertan excedentes de energía a la red. Gracias al sistema de vertido 0 el Inversor 250KVA Riello Sirio K25 limitará la producción en tiempo real para no producir excedentes.

El Inversor 25KVA Riello Sirio K25 tiene las siguientes características técnicas relevantes:

ENTRADA

- Máxima tensión en circuito abierto: 630V (CC)
- Rango de funcionamiento MPPT: 450 a 760V (CC)
- Entrada de corriente máxima: 36A (CC)
- Número de entradas CC: 1
- Número de entradas MPPT: 1

SALIDA

- Tensión nominal: 400V (CA)

- Intervalo de operación: 340 a 460V (CA)
- Intervalo de frecuencia: 47.5 a 51.5Hz
- Corriente nominal: 36,1A (CA)
- Corriente en cortocircuito: 63A (CA)
- Distorsión armónica: menor del 3%

SISTEMA

- Máximo rendimiento: 95.3%.
- Consumo nocturno y en stand-by: menor de 3,2W.
- Comunicaciones ModBUS, Ethernet, RS232 y RS485.
- Temperatura de servicio: 0°C a 45°C
- Humedad: 0 a 95% sin condensación.
- Peso 350Kg.
- Protección: IP20.
- Nivel sonoro: menor de 66dBA.



Figura 44. Inversor

5.2 Resultados inferenciales

Tabla 7. Diagrama de carga anual

DIAGRAMA DE CARGA ANUAL	
MESES	consumo Kwh
Enero	5397.75
Febrero	5449.15
Marzo	5269.23
Abril	5012.19
Mayo	3290.06
Junio	5372.04
Julio	4626.64
Agosto	3290.06
Septiembre	3752.72
Octubre	3727.02
Noviembre	3264.35
Diciembre	5192.12

Fuente: Elaboración propia del autor

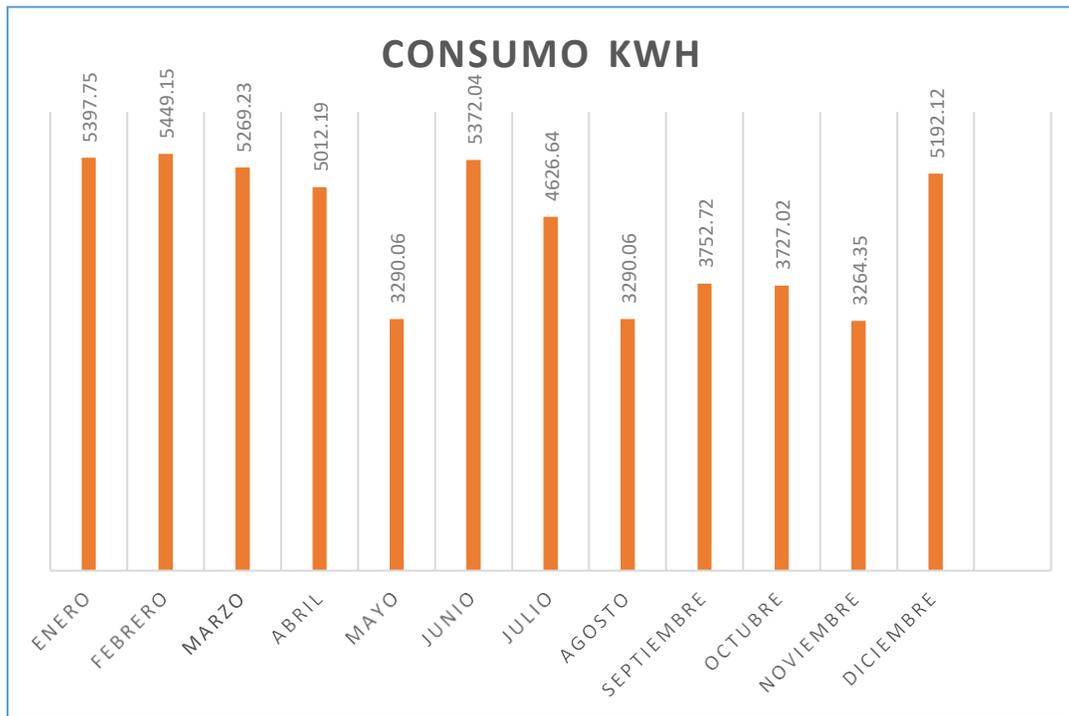


Figura 45. Consumo en Kwh

Tabla 8. Proyección de la demanda dentro del ciclo de vida del proyecto

AÑO	TIEMPO	DEMANDA PROYECTADA EN KWH/DÍA
2023	1	195.49
2024	2	196.37
2025	3	197.25
2026	4	198.14
2027	5	199.03
2028	6	199.93
2029	7	200.83
2030	8	201.73
2031	9	202.64
2032	10	203.55

Fuente: Elaboración propia del autor

Tabla 9. Diagrama del crecimiento del consumo eléctrico en los próximos 10 años

AÑO	CONSUMO KWH/DÍA MES FEBRERO
2022	194.61
2023	195.49
2024	196.37
2025	197.25
2026	198.14
2027	199.03
2028	199.93
2029	200.83
2030	201.73
2031	202.64
2032	203.55

Fuente: Elaboración propia del autor

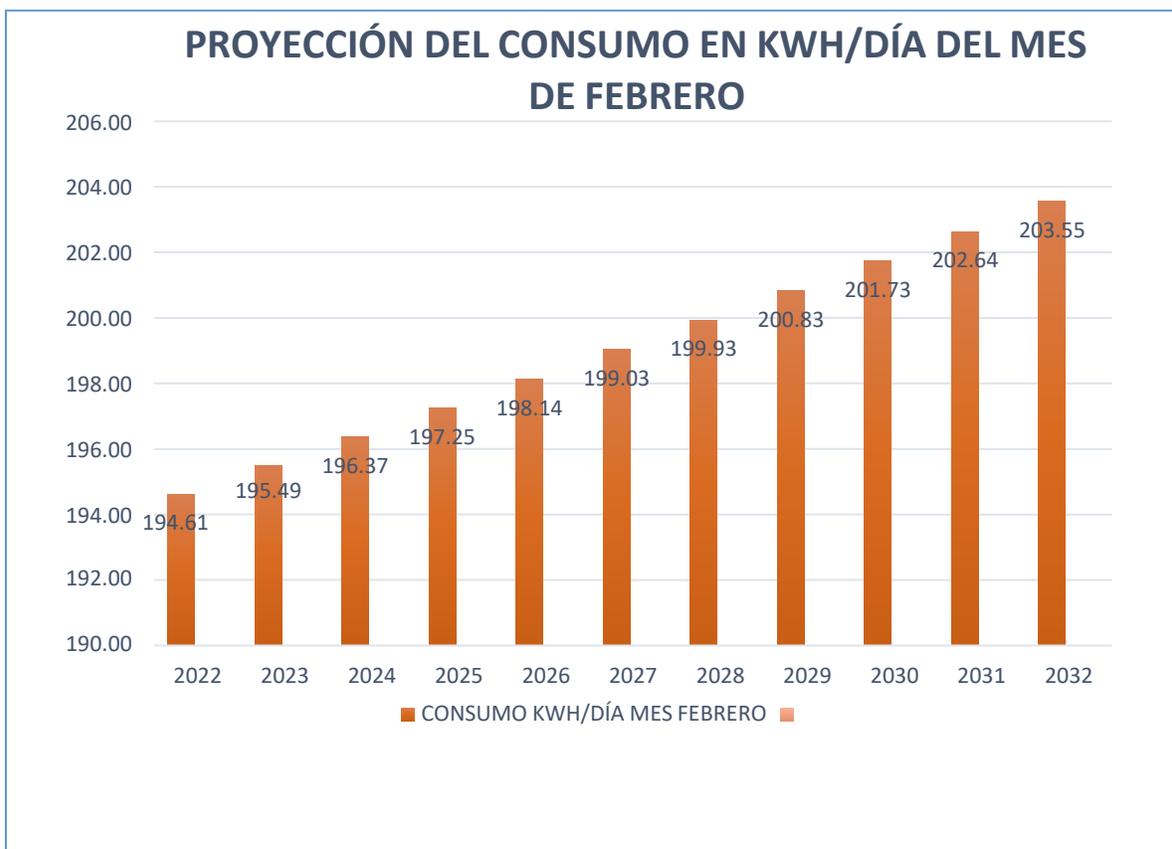


Figura 46. Proyección del consumo en kWh/díadía del mes de febrero

Tabla 10. Cálculo de la potencia teórica de la planta fotoeléctrica

Consumo de energía	194.61	kWh/día
mes crítico	febrero	
valor de la irradiancia	4.2	
Fórmula para hallar P_t	$P_t = \frac{E_d}{HSB}$	
Ed	194.61	kWh/día
HSP	4.2 horas	HSP=Horas solar pico
potencia teórica =	46.34	Kw
factor de diseño=	1.25	
factor perdidas en los paneles	1.1	
factor perdidas en el inversor	1.1	
potencia de generación: P_g	$P_{pgenerador} = P_t(f_{pp})(f_{pinversor})(f_{diseño})$	70.08 KW
potencia nominal	70.08	kW
potencia pico de los paneles	500	W
Número de paneles: N	N= (potencia de generación) / (potencia pico del panel)	

Fuente: Elaboración propia del autor

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

Hipótesis General

Se comprueba la hipótesis general mediante los resultados plasmados y los datos obtenidos mediante el software PVsyst 7.2 donde efectivamente el uso de paneles solares mejora la calidad energética del centro poblado Pararin, con el estudio realizado podemos saber la cantidad de energía demandada para poder establecer la cantidad de paneles solares y el tipo de baterías de almacenamiento que se requiere para mantener la energía durante las noches. Por ello: El uso de paneles solares mejora la calidad de la energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.

Hipótesis Especifica 1:

Se comprueba la hipótesis específica 1 ya que los paneles solares mejoraron el suministro de energía eléctrica en todo el centro poblado Pararín, para ello podemos ver los cálculos de factores de carga mensual y consumo global, con ello se establecieron rutas de suministro de energía eléctrica más apropiadas, además mediante el software PVsyst 7.2 pudimos determinar ángulos de inclinación y la zona más adecuada para establecer los paneles solares. Por ello: El uso de paneles solares mejora el suministro de energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.

Hipótesis Especifica 2:

Se comprueba la hipótesis específica 2 ya que mediante los resultados obtenidos podemos ver que los costos de generar energía eléctrica son bastante menores y es menos perjudicial para el medio ambiente; los costos giran en torno a los paneles solares y las baterías para almacenar energía eléctrica. Por ello: El uso de paneles

solares disminuye los costos de la energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.

Hipótesis Especifica 3:

Se comprueba la hipótesis específica 3 ya que mediante los resultados podemos apreciar que los paneles solares permitieron que los servicios de energía eléctrica tengan menos interrupciones y cortes de energía; por lo tanto, el sistema eléctrico tiene una mayor confiabilidad. Por ello: El uso de paneles solares mejora la confiabilidad del servicio de energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.

6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares

La Hipótesis general planteada establece:

Elaborando un Plan Estratégico y de gestión para instalar paneles solares en el campo solar fotovoltaico, instalar el tablero de transferencia para suministro eléctrico de instituciones públicas, servicio domiciliario, alumbrado público, instalación de suministro eléctrico de uso industrial en el centro poblado, fortalece y robustece la calidad del servicio eléctrico, disminución de las interrupciones, mejora del suministro eléctrico en tensión constante.

Podemos apreciar que la instalación de la pequeña planta solar fotovoltaica mejora la calidad del suministro eléctrico fundamentalmente porque la generación de electricidad trifásica está asegurada y es fiable debido al comportamiento climatológico de la zona y las horas nubladas son cubiertas por el banco de baterías y de hecho la instalación planteada es fiable y segura en cuanto a la tensión de la onda senoidal que se inyecta a la red existente y la energía suficiente para el crecimiento de las actividades económicas de la comunidad campesina de Pararín, si el suministro de la red se interrumpe por efectos de la naturaleza en la línea de

transmisión primaria, no afecta al suministro, ya que el inversor solar planteado suministra una tensión constante de 220 voltios.

Concluimos que la hipótesis general es verdadera.

La hipótesis específica 1, establece:

Con el uso de Paneles solares se mejorará la calidad del suministro de energía eléctrica evitando las interrupciones del servicio, dotando de energía eléctrica estable en tensión de acuerdo a las normas de calidad eléctrica exigida en la normativa del Ministerio de Energía y Minas y además tener energía renovable y amigable con el medio ambiente, en el servicio domiciliario para instituciones públicas, industrial y 118 viviendas en el centro poblado Pararín, distrito Pararín, provincia de Recuay, departamento Ancash, país Perú.

La instalación planteada suministra al circuito de servicio domiciliario que incluye la acometida a los locales institucionales descritos en el cuadro de cargas y las acometidas de pequeña industria que podría darse en la zona, el estudio estadístico nos proporciona un dato importante, que los pobladores tienen en mente adquirir herramientas y maquinarias para realizar actividades económicas necesarias en la localidad y prestar servicios tanto en la localidad y en las localidades aledañas, la instalación de paneles solares mediante la planta solar fotovoltaica de 200 KVA de potencia, 96 voltios de tensión continua de salida y la onda rectificadora por el inversor de 25 KVA con controlador y cargador del banco de baterías asegura un suministro fiable de 220 voltios y error de 1%, tal como indican las normas de suministro por el ente rector Ministerio de Energía y Minas, es decir el planteamiento de solución realmente soluciona el problema existente, es decir robustece el sistema eléctrico y de esa manera las interrupciones del suministro prácticamente no se dará salvo el mantenimiento programado.

La hipótesis específica 2, establece:

Con el uso de Paneles solares se mejorará la calidad del suministro de energía eléctrica evitando las interrupciones del servicio, dotando de energía eléctrica estable en tensión y frecuencia de acuerdo con las normas de calidad eléctrica exigida en la normativa del Ministerio de Energía y Minas y además tener energía renovable y amigable con el medio ambiente, del alumbrado público del centro poblado de Pararín, del distrito de Pararín, provincia de Recuay, departamento Ancash, país Perú.

En efecto la instalación de paneles solares en la localidad de Pararín, mejorará el alumbrado público principalmente por la estabilidad de la tensión de 220 voltios en este circuito derivado del tablero principal de la localidad, además parte de la solución es el cambio de luminarias existentes por las luminarias de la misma luminosidad y menor potencia eléctrica con tecnología led.

6.2.1 Comparación con otros estudios

Al revisar la bibliografía y los repositorios de las distintas instituciones educativas, podemos mencionar que en los diferentes estudios las soluciones han sido sistemas fotovoltaicos aislados, para otras zonas, este es el único estudio para la localidad de Pararín y podemos concluir en forma comparativa, lo siguiente:

En nuestro planteamiento se observa que la estabilidad y robustez del suministro de energía eléctrica se debe al diseño de la planta solar fotovoltaica, ya que de esta manera el mantenimiento y la operatividad del suministro se centraliza en la sala de control, además el sistema cuenta con un banco de baterías que dota de energía eléctrica estable en las horas nocturnas y en las horas nubladas, se logra gracias a la tecnología de contar con un solo inversor solar de 25 KVA de potencia.

El presente estudio tiene la bondad de adelantarse al futuro en el sentido que está preparado para la generación distribuida de energía eléctrica, que de hecho es el futuro de la energía en nuestro país.

También al ofrecer una potencia instalada que supera a la demanda actual de potencia, impulsa a la adquisición de artefactos eléctricos y/o electrónicos para mejorar la calidad de vida de los pobladores y que algunos agricultores pueden adquirir maquinarias para transformar sus cosechas en productos de mayor valor agregado.

El efecto multiplicador en esta clase de instalaciones se va a dar, ya que las localidades aledañas también pueden resolver su problema actual instalando pequeñas centrales solares fotovoltaicas y así lograr un desarrollo del campo mediante la tecnología de transformación de productos agrícolas en productos procesados.

Además, el presente estudio establece que la ejecución del proyecto tiene financiamiento de la comunidad campesina de Pararín, luego es viable y redundante en un beneficio económico para el inversionista y el retorno de su inversión.

La tendencia mundial es el uso de energías renovables, luego el uso de paneles solares es amigable con el medio ambiente.

6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

Los aspectos éticos de la presente investigación son:

Beneficencia, todos los involucrados recibieron un beneficio de la investigación.

Autonomía, los participantes de la investigación brindaron un consentimiento del mismo y sus datos serán confidenciales.

Justicia, el beneficio obtenido de la investigación será igual para todas las partes involucradas.

No maleficencia, no se usará contenido de otros autores sin que tenga su reconocimiento mediante una cita y referencia bibliográfica.

CONCLUSIONES

1. La energía solar presenta la gran ventaja de que el Sol brinda una fuente energética inagotable. Las instalaciones para su aprovechamiento no contaminan la atmósfera, no producen gases de efecto invernadero ni tampoco contaminación del agua. Además, no produce contaminación acústica, ya que su generación es silenciosa.
2. En la instalación de los paneles solares es ventajoso tener una pequeña planta solar fotovoltaica con un centro de control e inyección a red, respecto a un sistema fotovoltaico aislado e independiente por cada vivienda, por ejemplo el mantenimiento se puede sistematizar y programar tanto en el caso predictivo o correctivo.
3. La estrategia de gestión consiste en realizar las actividades de inscripción con asesoría legal de la comunidad campesina de Pararín como cliente único ante la empresa concesionaria Hidrandina y lograr obtener la tarifa MT2, media tensión 10 000 voltios, ya que es una tarifa económica, luego con la programación del inversor se logrará prácticamente pagar lo mínimo en consumo de la red.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el cumplimiento de las normas técnicas, decretos del gobierno para el desarrollo de sistemas eléctricos con energía renovables como los paneles fotovoltaicos, cumplir con los requisitos técnicos y estipulados.

Realizar pruebas de continuidad de las puestas a tierra a fin de mejorar la confiabilidad del sistema fotovoltaico.

Realizar inspecciones de enlace equipotencial, además de conductores y conexiones de unión.

Verificar de la seguridad de los soportes y los accesorios de los componentes; pruebas de los equipos contra sobretensiones.

Realizar inspecciones periódicas de los conductores horizontales, conductores verticales, tomas de tierra y monturas.

Establecer medidas de protección para la manipulación y mantenimientos que se debe realizar a los paneles solares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARTA, José; CALERO, Roque; COLMENAR, Antonio; COLLADO, Eduardo y CASTRO, Manuel. Centrales de Energías Renovables: Generación Eléctrica con Energías Renovables. 2.a ed. España: Pearson Educación S.A., 2012. 866 pp. ISBN: 9788483229972

MASCAROS, Vicente. Gestión del montaje de instalaciones solares fotovoltaicas. España: Ediciones Paraninfo S.A., 2016. 290 pp. ISBN: 9788428338165

VEGA, Juan y RAMÍREZ, Santiago. Fuentes de energía, renovables y no renovables. Aplicaciones. México: Alfa Omega, 2014. 688 pp. ISBN: 9786077078203

PERPIÑÁN, Oscar. ENERGÍA SOLAR Fotovoltaica. España: Editorial Creative Commons, 2020. 186 pp. ISBN: 978428339972

MARTÍN, Miguel. Diseño de una planta de generación solar fotovoltaica. Tesis (Licenciatura en Ingeniería en Tecnologías Industriales). España: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, 2020. 79 pp.

HERNÁNDEZ, Roberto y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación. 6ta. Ed. México: Mc Graw Hill, 2014. 634 pp. ISBN: 9781456223960

BOX, George; HUNTER, Stuart y HUNTER, William. Estadística para Investigadores. España: Editorial Reverte, 2008. 662 pp. ISBN: 9788429194234

Resolución Directoral N° 016-2008-EM-DGE. Norma técnica de calidad de los servicios eléctricos rurales (NTCSER), Lima, Perú, 20 de mayo del 2008.

MEJÍA, Eduar. Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica. Revista Pakamuros [en línea]. diciembre – marzo 2019, n.º 2. [Fecha

de consulta: 22 de setiembre del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v7i2.95>

PELAYO, Jorge; LUNA, Alfredo; BERNABÉ, Francisco y GUZMÁN; Benjamín. Comparativa de la eficiencia entre un sistema fotovoltaico con seguimiento solar y un sistema fotovoltaico fijo. Revista Iberoamericana de Ciencias Biológicas y Agropecuarias [en línea]. enero – junio 2018, n.º 13. [Fecha de consulta: 22 de setiembre del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.23913/ciba.v7i13.76>

POTES, P. y PROAÑO, X. Diseño de un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red en el Bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Revista Técnica “energía” [en línea]. enero – marzo 2020, n.º 16. [Fecha de consulta: 22 de setiembre del 2022]. Disponible en <https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace/article/view/362>

CAYOTOPA, José. Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico aislado para electrificar al caserío Flor del Valle en Yambrasbamba provincia de Bogará departamento de Amazonas. Tesis (Licenciatura de Ingeniero Mecánico Eléctrico). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, 2019. 161 pp.

LAGOS, Fidel. Sistema Fotovoltaico para el ahorro de energía eléctrica en el servicio de alumbrado general de Condominios. Tesis (Maestría en Tecnología Energética). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2015. 91 pp.

SALAS, Navidad. Diseño del sistema de puesta a tierra de un sistema fotovoltaico de potencia. Tesis (Maestría en Ciencias: Ingeniería Eléctrica con mención en Sistemas de Potencia). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería de Producción y servicios, 2019. 190 pp.

ANEXOS

ANEXO N.º 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables y Dimensiones	Metodología
General	General	General	VI: Paneles Solares	<p>Tipo de investigación Aplicada Tecnológica</p> <p>Método de investigación Cuantitativo</p> <p>Diseño de investigación Pre experimental</p> <p>Población 118 unidades de vivienda del centro poblado de Pararín, provincia Recuay, departamento Ancash, país Perú</p> <p>Muestra Conjunto representativo de las viviendas del centro poblado de Pararín, provincia Recuay, departamento Ancash, país Perú</p> <p>Instrumento Ficha de observación</p> <p>Método estadístico Procesamiento, análisis e interpretación de resultado con estadística descriptiva e inferencial</p>
¿De qué manera el uso de paneles solares mejora la calidad de la energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021?	Determinar de qué manera el uso de paneles solares mejora la calidad de la energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.	El uso de paneles solares mejora la calidad de la energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.	Dimensiones	
			Radiación solar	
			Células fotovoltaicas	
			Potencia energética	
Específicos	Específicos	Específicos	VD: Calidad de energía eléctrica	
			Dimensiones	
¿De qué manera el uso de paneles solares mejora el suministro de energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021?	Determinar de qué manera el uso de paneles solares mejora el suministro de energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.	El uso de paneles solares mejora el suministro de energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.	Suministro	
¿De qué manera el uso de paneles solares disminuye los costos de la energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021?	Determinar de qué manera el uso de paneles solares disminuye los costos de la energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.	El uso de paneles solares disminuye los costos de la energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.	Costo	
¿De qué manera el uso de paneles solares mejora la confiabilidad del servicio de energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021?	Determinar de qué manera el uso de paneles solares mejora la confiabilidad del servicio de energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.	El uso de paneles solares mejora la confiabilidad del servicio de energía eléctrica del centro poblado Pararín departamento de Ancash – Perú 2021.	Confiabilidad	

ANEXO N.º 02: BASE DE DATOS

LUGAR DE LA ENCUESTA: PARARÍN - RECUAY -ANCASH - PERU

FECHA DE LA ENCUESTA: FEBRERO DEL AÑO 2022

DE SUMINISTRO:

52261069

ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	4.00	4.00	30.00	9.60
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.65				38.25

DE SUMINISTRO:

52298372

ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	4.00	4.00	30.00	9.60
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
TOTAL		0.45				25.50

DE SUMINISTRO:

182261096

ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	3.00	4.00	30.00	7.20
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	3.00	30.00	18.00
TOTAL		0.65				41.10

# DE SUMINISTRO: 52261031						
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	4.00	4.00	30.00	9.60
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
TOTAL		0.45				25.50

# DE SUMINISTRO: 52261130						
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	4.00	4.00	30.00	9.60
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
COMPUTADORA DE MESA	300.00	0.30	1.00	2.00	30.00	18.00
TOTAL		0.75				43.50

# DE SUMINISTRO: 63696500						
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	5.00	5.00	30.00	15.00
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	1.00	30.00	6.00

TOTAL							0.65	37.65
# DE SUMINISTRO:	52261265							
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)		
FOCO	20.00	0.02	4.00	5.00	30.00	12.00		
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00		
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00		
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90		
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00		
TOTAL							0.65	39.90

# DE SUMINISTRO:	52298908							
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)		
FOCO	20.00	0.02	4.00	4.00	30.00	9.60		
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00		
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00		
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90		
COMPUTADORA DE MESA	300.00	0.30	1.00	2.00	30.00	18.00		
TOTAL							0.75	43.50

# DE SUMINISTRO:	52260400							
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)		
FOCO	20.00	0.02	5.00	5.00	30.00	15.00		
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00		
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00		
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90		
TOTAL							0.45	30.90

DE SUMINISTRO: **52260713**

ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	6.00	5.00	30.00	18.00
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
TOTAL		0.45				33.90

DE SUMINISTRO:

60286853

ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	4.00	5.00	30.00	12.00
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.65				39.90

DE SUMINISTRO:

52260704

ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO LED	12.00	0.01	5.00	8.00	30.00	14.40
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	1.00	30.00	6.00
TOTAL		0.64				37.05

# DE SUMINISTRO:		52260535					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCO	20.00	0.02	6.00	4.00	30.00	14.40	
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00	
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75	
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90	
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00	
TOTAL		0.65				43.05	

# DE SUMINISTRO:		63706920					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCO LED	12.00	0.01	3.00	6.00	30.00	6.48	
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00	
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75	
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90	
COMPUTADORA DE MESA	300.00	0.30	1.00	2.00	30.00	18.00	
TOTAL		0.74				41.13	

# DE SUMINISTRO:		52260689					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCO	20.00	0.02	5.00	4.00	30.00	12.00	
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00	
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75	
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90	
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00	
TOTAL		0.65				40.65	

# DE SUMINISTRO:		63097149					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCO	20.00	0.02	3.00	4.00	30.00	7.20	
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00	
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00	
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90	
COMPUTADORA DE MESA	300.00	0.30	1.00	2.00	30.00	18.00	
TOTAL		0.75				41.10	

# DE SUMINISTRO:		63696494					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCO	20.00	0.02	5.00	4.00	30.00	12.00	
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00	
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00	
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90	
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00	
TOTAL		0.65				39.90	

# DE SUMINISTRO:		52261283					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCO	20.00	0.02	6.00	4.00	30.00	14.40	
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00	
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75	
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90	
TOTAL		0.45				31.05	

# DE SUMINISTRO:	52260778					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	4.00	4.00	30.00	9.60
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.65				38.25

# DE SUMINISTRO:	63706901					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO LED	12.00	0.01	5.00	5.00	30.00	9.00
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
COMPUTADORA DE MESA	300.00	0.30	1.00	2.00	30.00	18.00
TOTAL		0.74				42.90

# DE SUMINISTRO:	52298336					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	3.00	5.00	30.00	9.00
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
TOTAL		0.45				24.90

# DE SUMINISTRO:	52261372					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	3.00	5.00	30.00	9.00
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
TOTAL		0.45				24.90

# DE SUMINISTRO:	52298309					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO LED	12.00	0.01	5.00	4.00	30.00	7.20
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
TOTAL		0.44				23.10

# DE SUMINISTRO:	52261381					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	5.00	4.00	30.00	12.00
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.65				39.90

# DE SUMINISTRO:		52261176				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCOS	20.00	0.02	6.00	4.00	30.00	14.40
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
TOTAL		0.45				31.05

# DE SUMINISTRO:		52292270				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	6.00	4.00	30.00	14.40
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
TOTAL		0.45				31.05

# DE SUMINISTRO:		63696529				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	4.00	4.00	30.00	9.60
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
COMPUTADORA DE MESA	300.00	0.30	1.00	2.00	30.00	18.00
TOTAL		0.75				44.25

# DE SUMINISTRO:		61534450				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	6.00	5.00	30.00	18.00
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.65				45.90

# DE SUMINISTRO:		52298256				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	4.00	5.00	30.00	12.00
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.65				40.65

# DE SUMINISTRO:		52261210				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO LED	12.00	0.01	4.00	5.00	30.00	7.20
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.64				35.85

# DE SUMINISTRO:		52260491					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCO	20.00	0.02	4.00	4.00	30.00	9.60	
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00	
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75	
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90	
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00	
TOTAL		0.65				38.25	

# DE SUMINISTRO:		52260670					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCO	20	0.02	4	4	30	9.6	
TELEVISOR	100	0.1	1	5	30	15	
EQUIPO DE SONIDO	25	0.025	1	4	30	3	
LICUADORA	300	0.3	1	0.1	30	0.9	
TOTAL		0.45				28.50	

# DE SUMINISTRO:		52261200					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCO	20.00	0.02	3.00	4.00	30.00	7.20	
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00	
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75	
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90	
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00	
TOTAL		0.65				35.85	

# DE SUMINISTRO:		52295880					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCO	20.00	0.02	6.00	4.00	30.00	14.40	
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00	
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75	
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90	
TOTAL		0.45				31.05	

# DE SUMINISTRO:		52261336					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCO LED	12.00	0.01	4.00	5.00	30.00	7.20	
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00	
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75	
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90	
COMPUTADORA DE MESA	300.00	0.30	1.00	2.00	30.00	18.00	
TOTAL		0.74				41.85	

# DE SUMINISTRO:		52260553					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCO	20.00	0.02	4.00	4.00	30.00	9.60	
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00	
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75	
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90	
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00	
TOTAL		0.65				38.25	

# DE SUMINISTRO:		52261309					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCO	20.00	0.02	5.00	4.00	30.00	12.00	
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00	
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75	
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90	
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	4.00	30.00	24.00	
TOTAL		0.65				52.65	

# DE SUMINISTRO:		52298365					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCO	20.00	0.02	5.00	4.00	30.00	12.00	
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00	
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75	
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90	
TOTAL		0.45				28.65	

# DE SUMINISTRO:		52298908					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCO	20.00	0.02	6.00	4.00	30.00	14.40	
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00	
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75	
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90	
TOTAL		0.45				31.05	

# DE SUMINISTRO:		57975788				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20	0.02	4	4	30	9.6
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
HERVIDOR DE AGUA	1000.00	1.00	1.00	0.20	30.00	6.00
TOTAL		1.45				32.25

# DE SUMINISTRO:		52298287				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCOS	20.00	0.02	5.00	4.00	30.00	12.00
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
TOTAL		0.45				28.65

# DE SUMINISTRO:		52261354				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCOS	20.00	0.02	4.00	4.00	30.00	9.60
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
TOTAL		0.45				26.25

# DE SUMINISTRO:		61164940					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCOS	20.00	0.02	7.00	4.00	30.00	16.80	
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00	
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75	
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90	
TOTAL		0.45				33.45	

# DE SUMINISTRO:		52261292					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCO	20.00	0.02	5.00	5.00	30.00	15.00	
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00	
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00	
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90	
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00	
TOTAL		0.65				42.90	

# DE SUMINISTRO:		52261390					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)	
FOCO LED	12.00	0.01	5.00	6.00	30.00	10.80	
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00	
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00	
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90	
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00	
TOTAL		0.64				38.70	

# DE SUMINISTRO:	52260731					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	4.00	4.00	30.00	9.60
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	1.00	30.00	6.00
TOTAL		0.65				31.50

# DE SUMINISTRO:	52260651					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	3.00	4.00	30.00	7.20
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.65				35.10

# DE SUMINISTRO:	61584102					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	6.00	4.00	30.00	14.40
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	5.00	30.00	15.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.65				45.30

# DE SUMINISTRO:	52295405					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCOS	20.00	0.02	5.00	4.00	30.00	12.00
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
TOTAL		0.45				28.65

# DE SUMINISTRO:	52261434					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	5.00	4.00	30.00	12.00
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	5.00	30.00	15.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
TOTAL		0.45				31.65

# DE SUMINISTRO:	60526795					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	4.00	4.00	30.00	9.60
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	1.00	30.00	6.00
TOTAL		0.65				31.50

# DE SUMINISTRO:		68139170				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	4.00	4.00	30.00	9.60
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.65				37.50

# DE SUMINISTRO:		52261265				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	3.00	4.00	30.00	7.20
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.65				35.10

# DE SUMINISTRO:		61655821				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	4.00	4.00	30.00	9.60
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	3.00	30.00	9.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.65				34.50

# DE SUMINISTRO:	52298480					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCOS	20.00	0.02	5.00	4.00	30.00	12.00
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
TOTAL		0.45				27.90

# DE SUMINISTRO:	52260482					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	4.00	4.00	30.00	9.60
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.65				37.50

# DE SUMINISTRO:	60246869					
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO LED	12.00	0.01	3.00	4.00	30.00	4.32
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	4.00	30.00	12.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.64				32.22

# DE SUMINISTRO:		6105570				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	4.00	4.00	30.00	9.60
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	3.00	30.00	9.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.65				34.50

# DE SUMINISTRO:		52261080				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	4.00	4.00	30.00	9.60
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	3.00	30.00	9.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	5.00	30.00	3.75
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	2.00	2.00	30.00	24.00
TOTAL		0.65				47.25

# DE SUMINISTRO:		52298283				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	6.00	4.00	30.00	14.40
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	3.00	30.00	9.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.65				39.30

# DE SUMINISTRO:		52261078				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO LED	12.00	0.01	5.00	4.00	30.00	7.20
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	3.00	30.00	9.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.64				32.10

# DE SUMINISTRO:		52298416				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	6.00	4.00	30.00	14.40
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	3.00	30.00	9.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.65				39.30

# DE SUMINISTRO:		52298278				
ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	5.00	4.00	30.00	12.00
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	3.00	30.00	9.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	1.00	4.00	30.00	3.00
LICUADORA	300.00	0.30	1.00	0.10	30.00	0.90
LAP TOP	200.00	0.20	1.00	2.00	30.00	12.00
TOTAL		0.65				36.90

ALUMBRADO PÚBLICO

ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA POR UND (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	POTENCIA (kW)	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
LÁMPARA DE SODIO	70.00	0.07	20.00	1.40	12.00	30.00	504.00
PÉRDIDAS	11.00	0.01	20.00	0.22	12.00	30.00	79.20
TOTAL				1.62			583.20

DE SUMINISTRO:

52261443

ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO COLEGIO	20.00	0.02	50.00	4.00	20.00	80.00
FOCO TAMBO	20.00	0.02	10.00	4.00	20.00	16.00
TELEVISOR	100.00	0.10	6.00	5.00	20.00	60.00
EQUIPO DE SONIDO	25.00	0.03	2.00	1.00	20.00	1.00
LICUADORA	300.00	0.30	2.00	0.10	20.00	1.20
CENTRO DE COMPUTO DEL COLEGIO	300.00	0.30	10.00	1.00	20.00	60.00
LAP TOP DEL TAMBO	200.00	0.20	2.00	4.00	20.00	32.00
CALENTADOR DE AGUA DEL TAMBO	750.00	0.75	1.00	0.10	20.00	1.50
TOTAL				1.58		95.70

ENCUESTA DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MENSUAL

Nuevo palacio municipal de 3 pisos

LUGAR DE LA ENCUESTA: PARARÍN - RECUAY -ANCASH -
 PERU
 FECHA DE LA ENCUESTA: FEBRERO DEL AÑO 2022
 # DE SUMINISTRO: **52261022**

ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	15.00	8.00	20.00	48.00
TELEVISOR	100.00	0.10	2.00	5.00	20.00	20.00
COMPUTADORA DE MESA	300.00	0.30	3.00	8.00	20.00	144.00
TOTAL		0.42				212.00

ENCUESTA DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MENSUAL iglesia católica
 LUGAR DE LA ENCUESTA: PARARÍN - RECUAY -ANCASH -
 PERU
 FECHA DE LA ENCUESTA: FEBRERO DEL AÑO 2022
 # DE SUMINISTRO: **52260419**

ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	12.00	4.00	5.00	4.80
ILUMINACIÓN EXTERIOR	36.00	0.04	6.00	4.00	5.00	4.32
EQUIPO DE SONIDO	200.00	0.20	1.00	4.00	5.00	4.00
TOTAL		0.26				13.12

ENCUESTA DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MENSUAL
 LUGAR DE LA ENCUESTA: PARARÍN - RECUAY -ANCASH -
 PERU
 FECHA DE LA ENCUESTA: FEBRERO DEL AÑO 2022

DE SUMINISTRO:

52261407

ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	8.00	6.00	24.00	23.04
TELEVISOR	100.00	0.10	1.00	6.00	24.00	14.40
COMPUTADORA DE MESA	200.00	0.20	2.00	6.00	24.00	57.60
CALENTADOR DE AGUA	750.00	0.75	1.00	0.10	24.00	1.80
TOTAL		1.07				96.84

ENCUESTA DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MENSUAL

LUGAR DE LA ENCUESTA: PARARÍN - RECUAY -ANCASH - PERU

FECHA DE LA ENCUESTA: FEBRERO DEL AÑO 2022

DE SUMINISTRO:

59548167

ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	8.00	6.00	24.00	23.04
COMPUTADORA DE MESA	200.00	0.20	1.00	6.00	24.00	28.80
CALENTADOR DE AGUA	750.00	0.75	1.00	0.10	24.00	1.80
TOTAL		0.97				53.64

ENCUESTA DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MENSUAL

LUGAR DE LA ENCUESTA: PARARÍN - RECUAY -ANCASH - PERU

FECHA DE LA ENCUESTA: FEBRERO DEL AÑO 2022

DE SUMINISTRO: **no tiene** en proyección

ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
LAMPARAS DE SODIO	81.00	0.08	6.00	4.00	12.00	23.33
EQUIPO DE SONIDO	100.00	0.10	1.00	1.00	4.00	0.40
TOTAL		0.18				23.73

ENCUESTA DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MENSUAL Centro de bombeo para extraer agua del subsuelo , se encuentra instalado

LUGAR DE LA ENCUESTA: PARARÍN - RECUAY -ANCASH - PERU

FECHA DE LA ENCUESTA: FEBRERO DEL AÑO 2022

DE SUMINISTRO: **no tiene** en proyección

ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO DE VAPOR DE SODIO	81.00	0.08	2.00	4.00	30.00	19.44
BOMBA DE 2HP	1492.00	1.49	2.00	1.50	30.00	134.28
TOTAL		1.57				153.72

ENCUESTA DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MENSUAL Centro de bombeo para extraer agua del subsuelo , se encuentra instalado

LUGAR DE LA ENCUESTA: PARARÍN - RECUAY -ANCASH - PERU

FECHA DE LA ENCUESTA: FEBRERO DEL AÑO 2022

DE SUMINISTRO: **no tiene** en proyección

ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO DE VAPOR DE SODIO	81.00	0.08	2.00	4.00	30.00	19.44
BOMBA DE 2HP	1492.00	1.49	2.00	1.60	30.00	143.23
TOTAL		1.57				162.67

ENCUESTA DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MENSUAL

LUGAR DE LA ENCUESTA: TALLER DE ESTRUCTURAS PARARÍN - RECUAY -ANCASH - PERU

FECHA DE LA ENCUESTA: FEBRERO DEL AÑO 2022

DE SUMINISTRO:

no tiene

ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	4.00	8.00	20.00	12.80
MAQUINA DE SOLDAR	1500.00	1.50	1.00	2.00	20.00	60.00
COMPRESORA	2611.00	2.61	1.00	1.00	20.00	52.22
ESMERIL	120.00	0.12	1.00	2.00	20.00	4.80
TALADRO DE COLUMNA	150.00	0.15	1.00	1.00	20.00	3.00
TORNO	150.00	0.15	1.00	1.00	20.00	3.00
TOTAL		4.53				123.02

ENCUESTA DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MENSUAL

LUGAR DE LA ENCUESTA: TALLER DE CARPINTERIA PARARÍN - RECUAY -ANCASH - PERU

FECHA DE LA ENCUESTA: FEBRERO DEL AÑO 2022

DE SUMINISTRO:

no tiene

ARTEFACTO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	CANTIDAD	HORAS DE USO DIARIO	DIAS DE USO AL MES	TOTAL(Kwh/mes)
FOCO	20.00	0.02	4.00	5.00	20.00	8.00
CEPILLO COMBINADO	200.00	0.20	1.00	1.00	20.00	4.00
COMPRESORA	3730.00	3.73	1.00	1.00	20.00	74.60
ESMERIL	120.00	0.12	1.00	2.00	20.00	4.80
CORTADORA DE CINTA	180.00	0.18	1.00	1.00	20.00	3.60
ASERRADORA DE DISCO	500.00	0.50	1.00	1.00	20.00	10.00
TOTAL		4.73				97.00

ENCUESTA DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MENSUAL

LUGAR DE LA

ENCUESTA: TALLER DE CARPINTERIA PARARÍN - RECUAY - ANCASH - PERU

FECHA DE LA

ENCUESTA: FEBRERO DEL AÑO 2022

RESUMEN DEL CONSUMO MENSUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA

# ENCUESTA	# SUMINISTRO	CONSUMO MENSUAL kwh/día	CARGA ESPECIAL	# SUMINISTRO	CONSUMO MENSUAL kwh/mes
1	52261069	38.25	COLEGIO Y TAMBO	52261443	95.70
2	52298372	25.50	MUNICIPALIDAD	52261022	212.00
3	182261096	41.10	IGLESIA CATÓLICA	52260419	13.12
4	52261031	25.50	CENTRO DE SALUD I	52261407	96.84
5	52261130	18.00	CENTRO DE SALUD II	59548167	53.64
6	63696500	37.65	COMPLEJO DEPORTIVO	no tiene	23.73
7	52261265	39.90	CENTRO DE BOMBEO I	no tiene	153.72
8	52298908	43.50	CENTRO DE BOMBEO II	no tiene	162.67
9	52260400	30.90	TALLER DE ESTRUCTURAS	no tiene	123.02
10	52260713	33.90	TALLER DE CARPINTERÍA	no tiene	97.00
11	60286853	39.90	CONSUMO MENSUAL TOTAL CARGAS ESPECIALES		1031.44
12	52260704	37.05			
13	52260535	43.05			
14	63706920	41.13	CONSUMO MENSUAL TOTAL DE ENCUESTADOS:		2236.80
15	52260689	40.65	# SUMINISTROS ENCUESTADOS	63	
16	63097149	41.10	# SUMINISTROS EN TOTAL	108	
17	63696494	39.90	CONSUMO TOTAL DE LOS SUMINISTROS EN VIVIENDAS		3834.51
			consumo total de energia mes febrero del 2022		4865.95
18	52261283	31.05			
19	52260778	38.25	ALUMBRADO PUBLICO		583.20

20	63706901	42.90	TOTAL
21	52298336	24.90	
22	52261372	24.90	
23	52298309	23.10	
24	52261381	39.90	
25	52261176	31.05	
26	52292270	31.05	
27	63696529	44.25	
28	61534450	45.90	
29	52298256	40.65	
30	52261210	35.85	
31	52260491	38.25	
32	52260670	28.50	
33	52261200	35.85	
34	52295880	31.05	
35	52261336	41.85	
36	52260553	38.25	
37	52261309	52.65	
38	52298365	28.65	
39	52298908	31.05	
40	57975788	32.25	
41	52298287	28.65	
42	52261354	26.25	
43	61164940	33.45	
44	52261292	42.90	
45	52261390	38.70	
46	52260731	31.50	
47	52260651	35.10	
48	61584102	45.30	
49	52295405	28.65	

5449.15

50	52261434	31.65
51	60526795	31.50
52	68139170	37.50
53	52261265	35.10
54	61655821	34.50
55	52298480	27.90
56	52260482	37.50
57	60246869	32.22
58	61055570	34.50
59	52261080	47.25
60	52298283	39.30
61	52261078	32.10
62	52298416	39.30
63	52298278	36.90

total de 63 suministros 2236.80

CALCULO DE LOS FACTORES DE CARGA MENSUAL Y CONSUMO GLOBAL

MES DE MAYOR CONSUMO: **FEBRERO** consumo total 212.00 SEGÚN ENCUESTA FEBRERO 2022 **5449.15**
 BASADO EN EL CONSUMO TÍPICO DEL SUMINISTRO: **52261022** municipalidad

MESES	kWk/mes	factor de carga	CONSUMO POR MES PARARÍN 2022	IRRADIANCIA kwh / m ²	CONSUMO DE ENERGÍA DIARIO Ed	CONSUMO / IRRADIANCIA	
Enero	210	0.990566038	5397.75	4.2	174.12	41.46	
Febrero	212	1	5449.15	4.2	194.61	46.34	MES CRÍTICO
Marzo	205	0.966981132	5269.23	4.1	169.98	41.46	
Abril	195	0.919811321	5012.19	5.1	167.07	32.76	
Mayo	128	0.603773585	3290.06	4.8	106.13	22.11	
Junio	209	0.985849057	5372.04	4.3	179.07	41.64	
Julio	180	0.849056604	4626.64	5.6	149.25	26.65	
Agosto	128	0.603773585	3290.06	6.5	106.13	16.33	
Septiembre	146	0.688679245	3752.72	6.7	125.09	18.67	
Octubre	145	0.683962264	3727.02	6.5	120.23	18.50	
Noviembre	127	0.599056604	3264.35	6.5	108.81	16.74	
Diciembre	202	0.952830189	5192.12	5.5	167.49	30.45	

ANEXO N.º 03: CÁLCULO DE LA MUESTRA

TAMAÑO DE MUESTRA

tamaño de la muestra	n	
tamaño de la población	N	118
factor probabilístico	z	1.96
probabilidad de ocurrencia		0.8
probabilidad que no ocurra		0.2
error de investigación		5%
calculo:		
	numerador	72.529408
	denominador	90.715600%
	n=	79.95251974

ANEXO N.º 04: REPORTE DE CÁLCULO CON EL SOFTWARE PVsyst 7.2



PVsyst V7.2.14
 VCO, Simulation date:
 03/05/22 21:16
 with v7.2.14

Project: Tesis- Instalación solar en Pararín

Variant: Nueva variante de simulación

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Tina Solar	Manufacturer	Canadian Solar Inc.
Model	TSM-DE18M-(E)-500	Model	CSI-25KTL-GI-FL
(Original PVsyst database)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	500 Wp	Unit Nom. Power	25.0 kWac
Number of PV modules	52 units	Number of inverters	4 * MPPT 25% 1 unit
Nominal (STC)	26.00 kWp	Total power	25.0 kWac
Modules	4 Strings x 13 in series	Operating voltage	200-800 V
At operating cond. (50°C)		Prism ratio (DC-AC)	1.04
Pmpp	23.67 kWp	Total inverter power	
U _{mpp}	507 V	Total power	75 kWac
I _{mpp}	47 A	Number of inverters	3 units
Total PV power		Prism ratio	1.03
Nominal (STC)	78 kWp		
Total	155 modules		
Module area	370 m ²		

Array losses

Thermal Loss factor	Module Quality Loss	Module mismatch losses						
Module temperature according to irradiance	Loss Fraction	Loss Fraction						
U _c (conal)	-0.8 %	2.0 % at MPP						
U _v (wind)								
Strings Mismatch loss								
Loss Fraction								
0.1 %								
IAM loss factor								
Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.520, n(AR)=1.250								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

DC wiring losses

Global wiring resistance	10 mΩ		
Loss Fraction	1.5 % at STC		
Array #1 - Conjunto FV		Array #2 - Subconjunto #2	
Global array res.	312 mΩ	Global array res.	179 mΩ
Loss Fraction	1.5 % at STC	Loss Fraction	1.5 % at STC
Array #3 - Subconjunto #3			
Global array res.	179 mΩ		
Loss Fraction	1.5 % at STC		



Project: Tesis- Instalación solar en Pararín

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.2.14

VCO, Simulation date:
03/05/22 21:16
with v7.2.14

Main results

System Production

Produced Energy

169.1 MWh/year

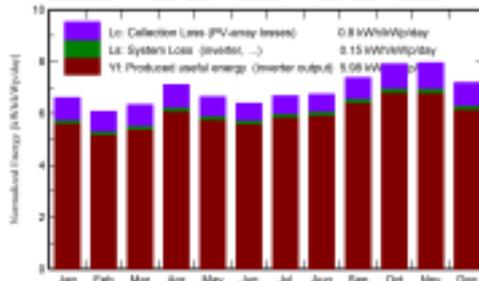
Specific production

2182 kWh/kWp/year

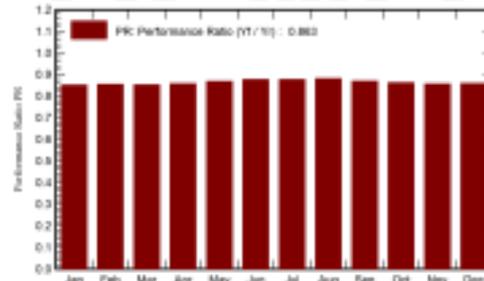
Performance Ratio PR

86.34 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	206.9	75.90	17.13	204.9	200.1	13.85	13.52	0.851
February	171.7	74.33	17.80	170.3	165.5	11.55	11.27	0.854
March	197.5	62.03	16.76	196.5	192.3	13.30	12.97	0.852
April	210.4	39.75	14.56	213.4	209.5	14.54	14.17	0.857
May	199.9	27.16	12.52	206.1	201.5	14.22	13.86	0.868
June	184.4	24.80	10.51	191.8	185.9	13.37	13.03	0.877
July	199.4	30.44	9.81	207.2	202.2	14.44	14.08	0.877
August	204.0	30.95	9.90	208.9	204.9	14.62	14.26	0.881
September	218.9	43.47	10.86	221.5	217.4	15.29	14.91	0.889
October	246.2	44.18	12.32	245.2	240.7	16.78	16.37	0.861
November	243.7	45.58	13.49	238.5	233.5	16.22	15.82	0.856
December	227.9	70.33	15.33	222.8	217.8	15.18	14.82	0.856
Year	2512.9	568.91	13.39	2527.1	2473.2	173.36	169.09	0.863

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

T_Amb Ambient Temperature

GlobInc Global incident in coll. plane

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array

E_Grid Energy injected into grid

PR Performance Ratio

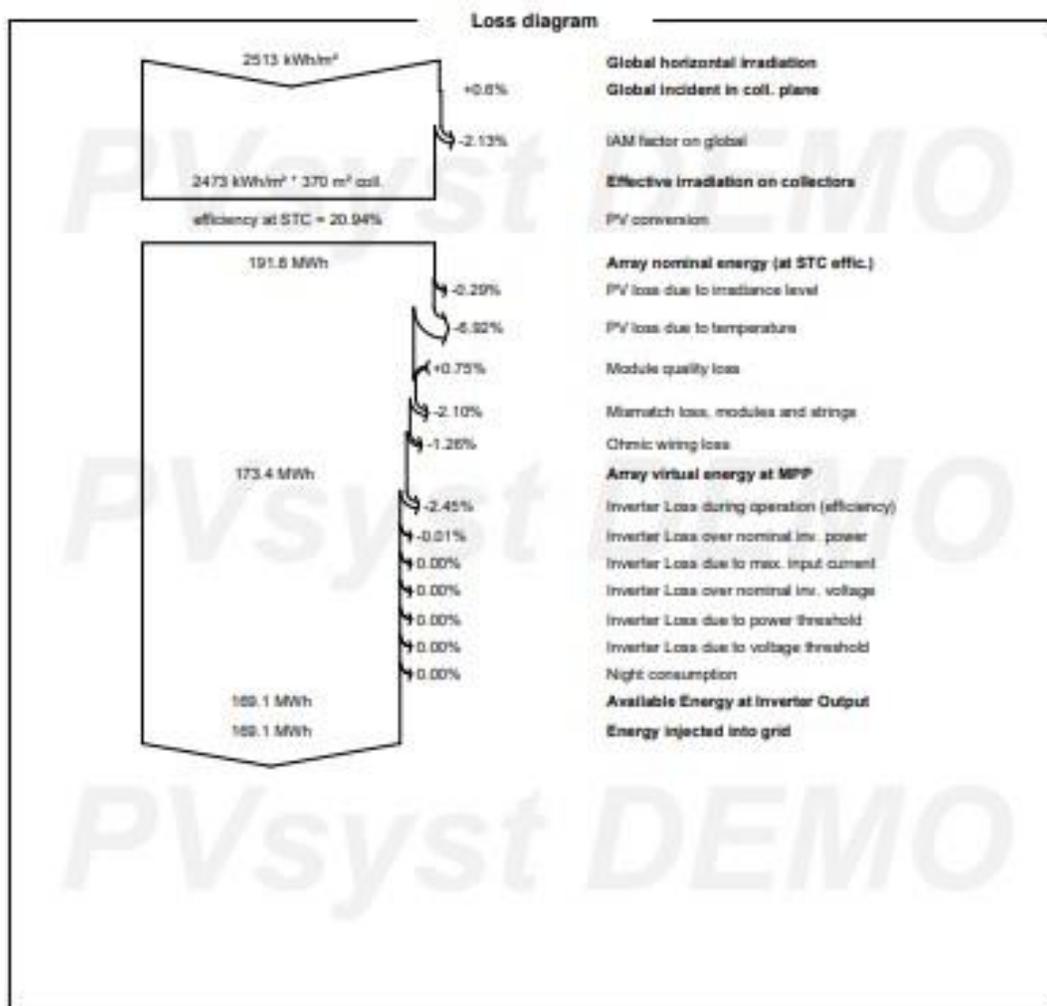


Project: Tesis- Instalación solar en Pararín

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.2.14

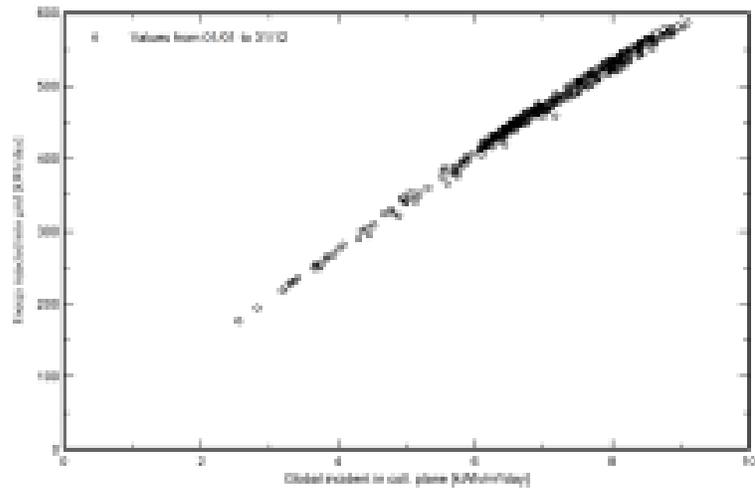
VC0, Simulation date:
03/05/22 21:16
with v7.2.14



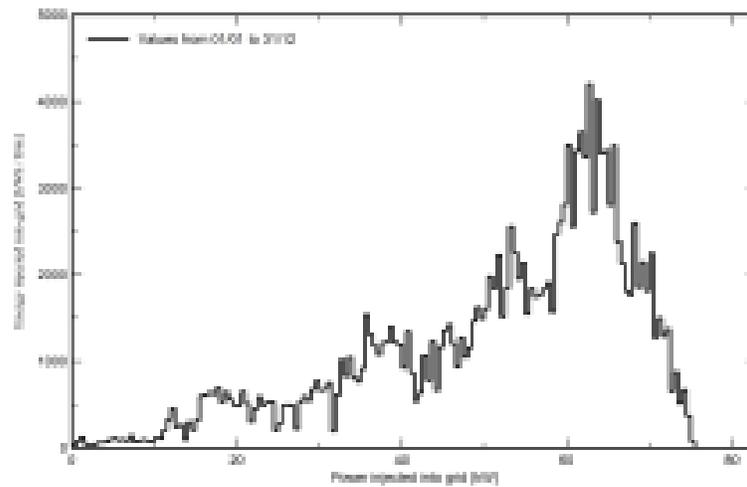


Special graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema





Project Taxis- Instalación solar en Pararri

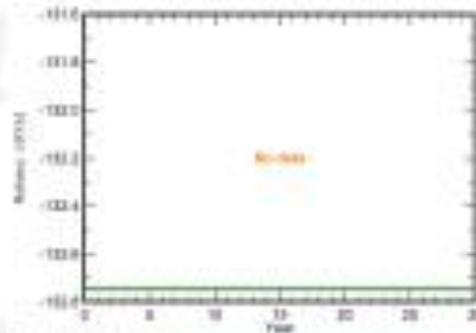
Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.2.18
VCS: Simulation date
03/05/2018 10:18
win7.2.18

CO₂ Emission Balance

Total -1027 tCO₂
Generated emissions
Total: 100.75 tCO₂
Source: Detailed calculation from table below
Replaced Emissions
Total: 0 tCO₂
System production: 186.29 MWh/yr
Grid Lifetime Emissions: 0 gCO₂/MWh
Source: Custom value supplied by user
Lifetime: 30 years
Annual degradation: 1.0 %

Saved CO₂ Emission vs. Time



System Lifetime Emissions Details

Item	LC3	Quantity	Balance
Modules	1713 kgCO ₂ /kgp	77.5 kgp	132736
Supports	0.01 kgCO ₂ /kg	1060 kg	10.6
Inverter	0.88 kgCO ₂ /	3.00	2.64



Figura 47. Ubicación de la minicentral fotovoltaica

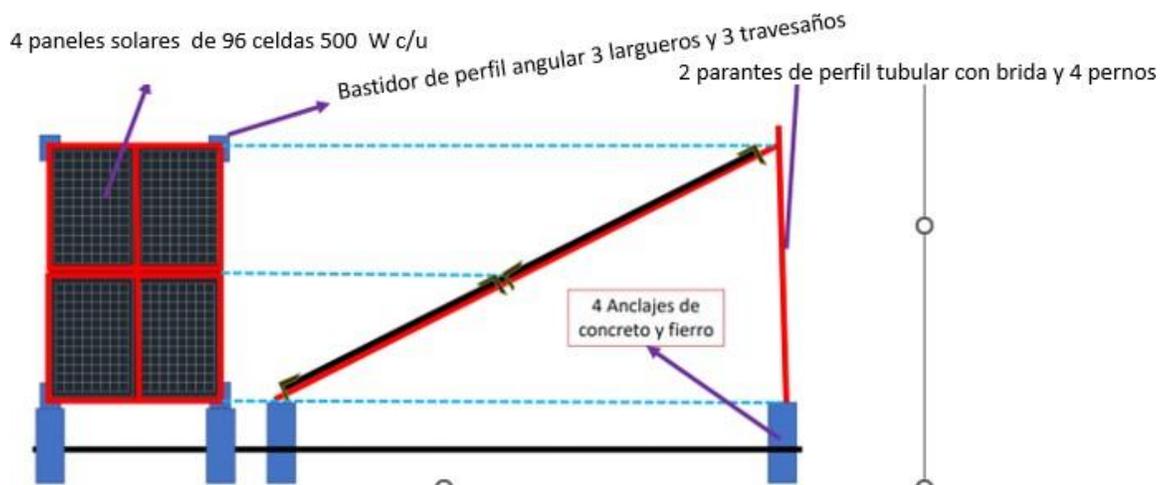


Figura 48 Estructura de soporte del módulo de 4 paneles, salida 96V

ANEXO N° 5 MEMORIA DE CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES Y
DIAGRAMAS UNIFILARES.

Conductor en corriente continua del grupo de 12 paneles hacia la caja de borneras de recolección:

Potencia pico 6 kW

Tensión nominal 96 V

$$I_{\text{cálculo}} = \frac{\text{Potencia nominal}}{\text{tensión nominal}} = \frac{6000W}{96V} = 62,5A \rightarrow I_n = 1,25I_{\text{cálculo}}$$

la corriente nominal es $62,5A(1,25) = 78,125 \rightarrow 80A$

Conductor no halogenado, 25mm² de sección, denominación: N2XSOH cable unipolar en ducto de PVC SAP 50 mm de diámetro.

Chequeamos por caída de tensión:

Resistencia del conductor: $[0,727 \frac{\Omega}{km}]$

Longitud del conductor: máximo 60 metros.

$$\Delta V = [0,727 \frac{\Omega}{km}] [0,06km][80A] = 3,4896V \rightarrow \Delta V = 3,63\%$$

La protección será mediante fusible que se apertura al 80% de la corriente admisible del conductor N2XSOH 25mm², la corriente admisible según tabla del fabricante es de 130 A, luego:

El fusible es de $0,8(130) = 104 A$, valor nominal 100 A con porta fusible.

CÁLCULO DEL CONDUCTOR PRINCIPAL DEL INVERSOR AL
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN.

Potencia nominal: 25 KVA.

Factor de potencia: dato de la ficha técnica del inversor 0,98

Distancia máxima : 150 m = 0,15 Km

$$I_c = \frac{25000}{[0,98][220][\sqrt{3}]} = 66,9A \rightarrow I_{diseño} = 1,25 \times 66,9A = 83,625 A.$$

Usamos conductor no halogenado tipo N2SOXH de 25mm²

Tres cables unipolares en ducto PVC SAP de 50 mm de diámetro.

Chequeo de la caída de tensión.

$$\Delta V = [0,727 \frac{\Omega}{km}] [0,15km][83,625A] = 9,19V \rightarrow \Delta V = 4,14\%V$$

Esta caída de tensión tiene un valor cercano al límite del 5%, luego usamos conductor de 35 mm².

El Interruptor termomagnético trifásico se dimensiona al 80% de la corriente admisible del conductor: N2XSOH 35 mm², es decir 80%(155 A) = 124 A, seleccionamos interruptor termomagnético trifásico de 125 A.

Interruptor diferencial trifásico de 125 A Y capacidad de apertura de 30 mA.

ESQUEMA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA TÍPICO DEL GRUPO DE 48 PANELES E INVERSOR

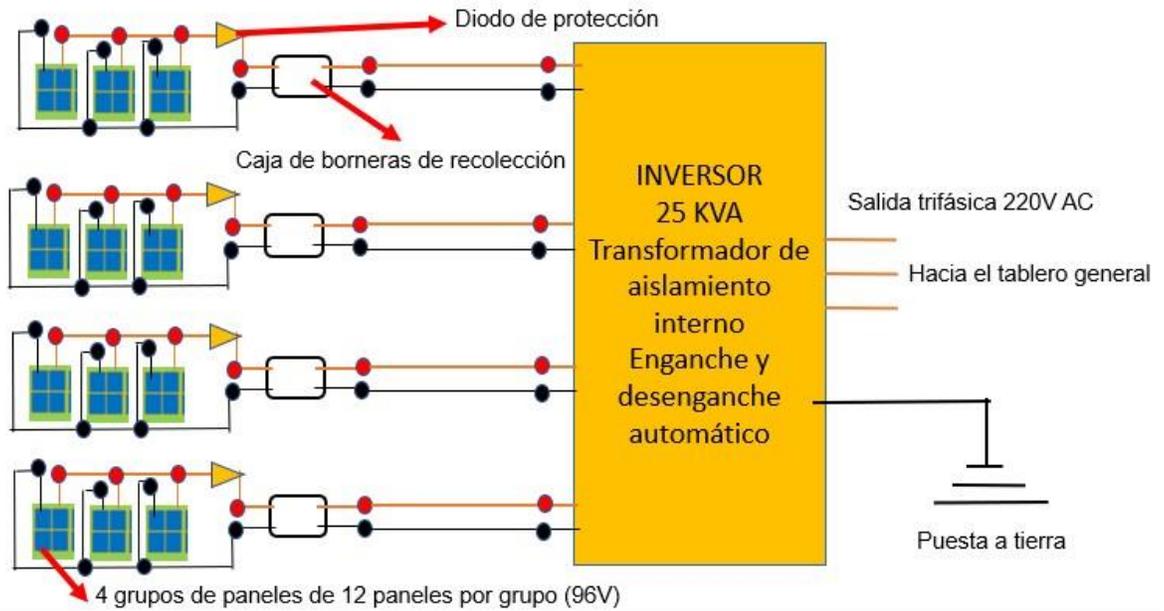


DIAGRAMA UNIFILAR DE LA MINICENTRAL SOLAR

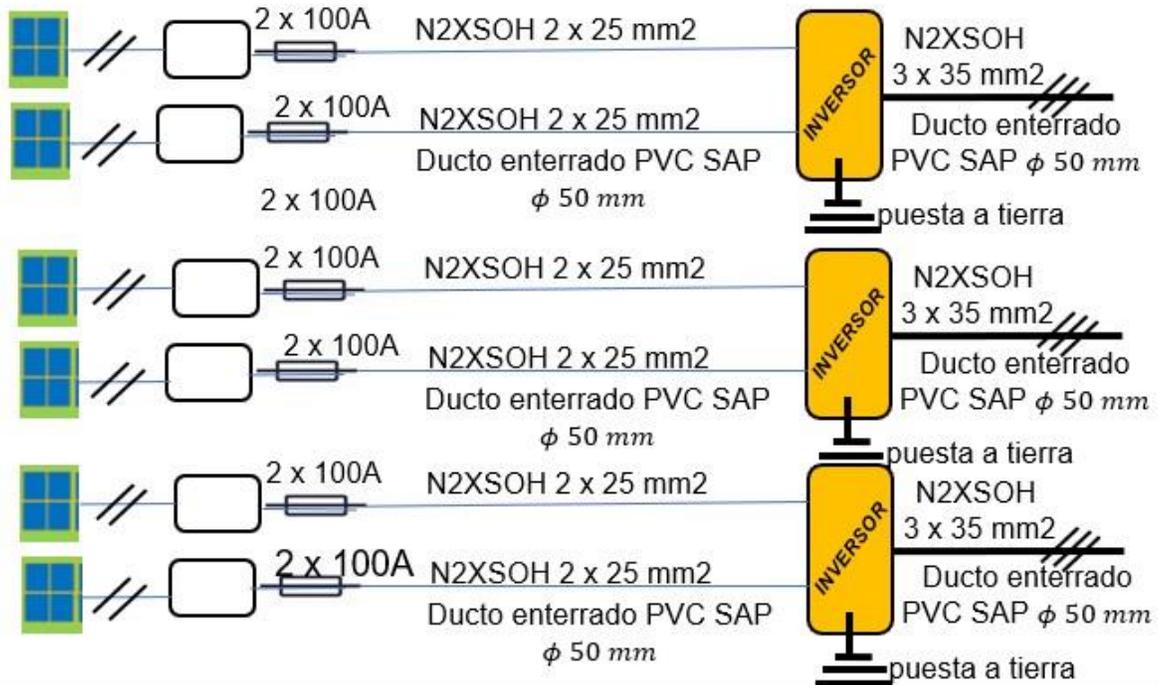


DIAGRAMA UNIFILAR DE LOS INVERSORES Y EL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN

