



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

Diseño de una central fotovoltaica para cubrir la demanda energética del Centro Poblado La Ramada Nueva, distrito de Llama, Chota, Cajamarca

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Navarro Chavez, Jose Nicolas (orcid.org/0000-0002-3388-5090)

ASESOR:

Mag. Jimenez Zuloeta, Wilson Alejandro (orcid.org/0000-0001-7030-6345)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2024

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis padres ya que gracias a su apoyo incondicional hicieron de este proyecto de vida una realidad, a ellos que con su enseñanza de valentía, dedicación y esfuerzo lograron hacer de mi persona una réplica de ellos.

A mis hermanos por su apoyo, aprecio y respeto mutuo durante esta trayectoria universitaria y estar presente en todo momento. A DIOS por la salud y sabiduría que me brindó y me brinda siempre, por brindarme siempre esa mano en los momentos difíciles

JOSÉ NICOLÁS NAVARRO CHÁVEZ

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a DIOS por la salud y cuidarme siempre, agradecer a mi familia ya que son piezas claves en este logro, también agradecer a todas las personas que no forman parte de mi familia, pero siempre estuvieron apoyándome, ya que detrás de este logro está el esfuerzo de todos ellos.

Por otro lado, agradecer a mis asesores y maestros por compartir sus conocimientos haciendo que esta tesis sea un trabajo bien elaborado.

JOSÉ NICOLÁS NAVARRO CHÁVEZ

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de Investigación.....	21
3.2. Variables y Operacionalización	22
3.3. Población (criterio de selección),	23
3.4. Técnica e Instrumentos de recolección de datos	24
3.5. Procedimientos	24
3.6. Métodos de análisis de datos.....	26
3.7. Aspectos Éticos	27
IV. RESULTADOS	28
V. DISCUSIÓN	59
VI. CONCLUSIONES	63
VII. RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS	65
ANEXOS	

Índice de Tablas

Tabla 1. Parámetros de irradiación y temperatura.....	27
Tabla 2. Mes de la radiación más baja	29
<i>Tabla 3. Población censada rural urbana en el departamento de Cajamarca entre los años 2007 y 2017 en la región Cajamarca.....</i>	<i>29</i>
Tabla 4. Población rural censada en el distrito de Llama	30
Tabla 5. Viviendas estimada en el 2024.....	30
Tabla 6. Población estimada en el 2024.....	31
Tabla 7. Demanda máxima	32
Tabla 8. Consumo mensual de pobladores en C.P. Carrizal	33
Tabla 9. Panel solar seleccionado para el proyecto	34
Tabla 10. Criterio de selección de paneles.....	34
Tabla 11. Curva potencia-voltaje de panel seleccionado.....	35
Tabla 12. Arreglo de paneles por ramal en serie.....	38
Tabla 13. Arreglos de ramales en paralelo.....	39
Tabla 14. Distancia entre paneles	40
Tabla 15. Curva de ciclos de vida de la batería.....	41
Tabla 16. Costo de los materiales	52
Tabla 17. Costo de instalación de la planta fotovoltaica	53
Tabla 18. Costo de operación de la planta fotovoltaica	54
Tabla 19. Ingreso y egreso anual del proyecto.....	55
Tabla 20. Flujos y valor presente del proyecto	56

Índice de Figuras

Figura 1. Medición anual del PBI Fuente: INEI, BCRP	2
Figura 2. Ubicación referencial de la zona del proyecto (mapa del departamento de Cajamarca)	3
Figura 3. Transformación de la energía solar a la eléctrica.	6
Figura 4. Tipos Radiación solar	6
Figura 5. Partes de un panel solar	7
Figura 6. Estructura metálica para paneles	8
Figura 7. Conexión en serie	8
Figura 8. Conexión en paralelo	8
Figura 9. Banco de batería.....	9
Figura 10. Regulador de carga.....	9

RESUMEN

En esta investigación se abordó una problemática de la reciente localidad La Ramada nueva, como es la falta de sus servicios básicos, en este caso la energía eléctrica la cual agilizaría sus actividades diarias. La localidad cuenta con casas preconstruídas, terrenos señalizados, que a causa del crecimiento poblacional en un centro poblano cercano las personas optaron por desplazarse a nuevas tierras. Para este proyecto se hizo una proyección de 25 años, lo cual se empezó con un número de habitantes para el 2014 de 25 viviendas.

Se inicio con la recopilación de datos sobre la irradiación solar en la zona obtuvimos esos datos de la página de la NASA los cual se estableció una radiación de 5.11 kWh/m² aceptable para la generación de energía, se visitó la zona concluyendo que cuanta con un clima caluroso con cielo despejado casi la mayor parte del año. Para el cálculo de la demanda eléctrica se acudió a un centro poblado cercano al proyecto que cuenta con energía eléctrica, se obtuvieron datos como la tarifa eléctrica de los recibos de luz recolectados de dicha localidad. Se hizo la investigación sobre el crecimiento poblacional a nivel distrital teniendo como fuente el INEI, al igual que se obtuvo la hora solar pico, como también se hicieron los cálculos para obtener el número de paneles a utilizar al igual que las baterías, cables, controladores, inversor y protecciones, se realizó el arreglo y ubicación de los paneles solares con la finalidad de ocupar poco espacio y tener una buena estética, las estructuras de soporte de los paneles se dimensionaron según las características del lugar con fines de no alterar las actividades de los lugareños. Finalmente se realizó el análisis financiero y económico del proyecto concluyendo con los resultados del valor actual neto (VAN), tasa interna de rentabilidad (TIR) y el periodo de recuperación (PR).

Palabras clave: energía fotovoltaica, demanda eléctrica, paneles, inversor, controlador.

ABSTRACT

In this research, a problem in the recent town of La Ramada Nueva was addressed, such as the lack of its basic services, in this case electricity, which would speed up its daily activities. The town has pre-built houses, marked land, which, due to population growth in a nearby town center, people chose to move to new lands. For this project, a 25-year projection was made, which began with a number of inhabitants for 2014 of 25 homes.

It began with the collection of data on solar irradiation in the area, we obtained this data from the NASA website which established a radiation of 5.11 kWh/m² acceptable for energy generation, the area was visited concluding that it has a hot climate with clear skies almost most of the year. To calculate the electrical demand, we went to a town center close to the project that has electrical energy; data such as the electricity rate were obtained from the electricity bills collected from said location. The investigation was carried out on population growth at the district level with the INEI as a source, as well as the peak solar hour, as well as the calculations were made to obtain the number of panels to be used as well as the batteries, cables, controllers, inverter and protections, the arrangement and location of the solar panels was carried out with the purpose of taking up little space and having good aesthetics, the support structures of the panels were sized according to the characteristics of the place in order not to alter the activities of the locals.

Finally, the financial and economic analysis of the project was carried out, concluding with the results of the net present value (NPV), internal rate of profitability (IRR) and the payback period (PR).

Keyword: photovoltaic energy, electrical demand, panels, inverter, controller.

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro planeta la demanda energética ha ido en aumento y aún más en estos últimos años a raíz de la pandemia, la forma de producir energía por medio de la quema de combustibles fósiles como el carbón, petróleo y el gas, y que además es una de las causante del infecto invernadero y cambio climático, son de las más utilizadas en la actualidad ya que son fáciles de extraer y transportar, y que la tecnología que contamos están adaptadas a la utilización de este recurso, sin embargo la necesidad de producir más anergia y abastecer de este bien a las poblaciones y localidades en desarrollo sin contaminar el medio ambiente y aprovechar los recursos de las zonas ha traído consigo nuevos retos para los países en general para optar por buscar y crear nuevas alternativas o formas de producir energía eléctrica, dentro de ellas se encontrarían las energías renovables (eólica, fotovoltaica, mareomotriz, etc.)

En Latinoamérica y el Caribe, según el alcance de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) poseemos alrededor de un 25 % de energías ecológicas en su estado primario. Un 59 % de la energía eléctrica que generamos se obtiene de energías limpias y se espera llegar a un 70 % a promediar el 2023.

En la actualidad la energía eléctrica en el Perú se ha vuelto un bien indispensable en nuestras vidas cotidianas, tanto así que nos es de suma importancia para realizar nuestros que haceres diarios y así ayudando al crecimiento de nuestra nación, es el caso de los hospitales, las industrias, viviendas, transporte y más, que gracias a este bien básico de primera necesidad pueden seguir ayudando al crecimiento del PBI de nuestro país (entre 2021-2022 aumento del PBI a 10.5 % según el MEF). No obstante, el alto consumo de la energía eléctrica (KW/h) por familia y el costo que genera obtenerla ha hecho que su tarifa, instalación y mantenimiento se incremente.

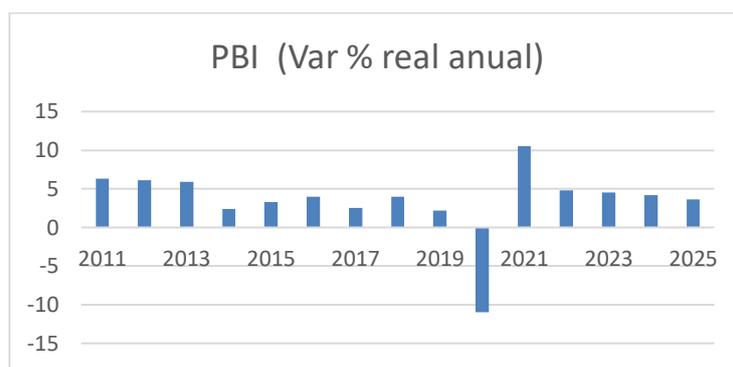


Figura 1. Medición anual del PBI Fuente: INEI, BCRP

Fuente: Proyecciones MEF

La finalidad de este proyecto es obtener los datos de la demanda energética en el centro poblado antes mencionado y posterior análisis de estos para el dimensionamiento de una estación eléctrica fotovoltaica capaz de abastecer de energía eléctrica a la población sin ninguna interrupción.

De acuerdo con el gobierno, en el artículo 3° de DLG-1002-2008; dicta promover e impulsar activamente el uso y aplicación de las energías renovables. En concordancia con este artículo se desarrolla esta tesis con la finalidad de abastecer con energía eléctrica al centro poblado La Ramada Nueva, ubicada en el distrito de Llama departamento de Cajamarca, ya que esta se encuentra actualmente en proceso de formación (viviendas prefabricadas), se promedia que para inicios del año 2024 se estaría iniciando la construcción de las primeras 25 viviendas.

La zona del proyecto se ubica a 20 min del centro poblado la Ramada distrito de Llama, en el límite entre el departamento de Cajamarca y Lambayeque, el clima de la zona es cálida y calurosa en casi todo el año con un cielo despejado la mayor parte del día.

La localidad de La Ramada se encuentra ubicada en las coordenadas siguientes: Longitud: -79.29578; Latitud: -6.62942; Altitud: 215 m.s.n.m La localidad de la Ramada nueva se encuentra ubicada en el límite de dos grandes departamentos con son el departamento de Cajamarca y el departamento de Lambayeque, su clima es idéntica a la del distrito de Chongoyape netamente cálido y muy seco habiendo temporadas muy calurosas alcanzando los 26 °C como en la temporada de verano y en invierno alcanza

una temperatura de 18 °C, también tiene precipitaciones considerables en épocas del año.



Figura 2. Ubicación referencial de la zona del proyecto (mapa del departamento de Cajamarca)

Fuente: Mapa geológico de Cajamarca

Se formuló la investigación de la forma siguiente: ¿Cuál será la influencia de la demanda energética en el diseño de una planta fotovoltaica para abastecer de energía eléctrica al Centro Poblado “La Ramada Nueva”?

Se justificó la investigación porque el estudio y diseño de una estación fotovoltaica para abastecer al centro poblado la ramada nueva, tiene la finalidad de dar el alcance a los lugareños la utilización de energías renovables, además de tener un ahorro con respecto al precio por vatios consumido y cuidar el medio ambiente. La geografía donde se encuentra ubicado el centro poblado son ideales para poder implementar paneles solares que nos permitirán aprovechar al máximo este recurso natural y que no permitirán la interrupción del fluido eléctrico.

El objetivo general de la investigación fue: Analizar la demanda energética y su influencia en el diseño de una estación fotovoltaica para abastecer energía eléctrica al Centro Poblado La Ramada Nueva; para lo cual se establecieron 4 objetivos específicos, siendo: Analizar las características emergentes que tiene la demanda energética en el centro poblado la Ramada Nueva; Identificar las características resaltantes que tiene el diseño de un sistema de generación fotovoltaica; Identificar los factores influyentes en la relación entre demanda energética y diseño de un sistema de generación fotovoltaica en el centro poblado la ramada nueva; Determinar el análisis económico de central fotovoltaica y la influencia en el proyecto.

II.- MARCO TEÓRICO

Esteban Villegas, Luis Alcívar (2020), nos dan a conocer en su tesis sobre la importancia de brindar un servicio eléctrico y de ante mano informar sobre la necesidad de utilizar energías renovables en lugares alejados de una red eléctrica o que carecen de este servicio elemental ya sea por su difícil acceso geográfico o la falta de apoyo por parte del gobierno. En su proyecto que fue implementado en un centro educativo de educación básica Simón Bolívar ubicada en la comunidad de masa 2 en Ecuador, la falta de energía eléctrica en esta zona es un problema que carecen los estudiantes y que gracias a su proyecto las aulas contarán con iluminación que será muy provechoso para ellos lo cual les permitirán más horas de estudio y la utilización de tecnologías para el desarrollo de su educación. En su tesis diseñaron un sistema fotovoltaico aislado funcional, para ello hicieron estudios de carga y demanda necesaria también hicieron el dimensionamiento de los paneles solares baterías, controlador de carga e inversor de la misma, para ello utilizaron el análisis como también la utilización de software.

Arcos castillo, Edgar (2019). Este informe presenta propuestas para el diseño y especificaciones de sistemas fotovoltaicos con subestación para conexión a red eléctrica nacionales. Durante el desarrollo de la construcción entre otras se determina la ubicación la capacidad de la planta y otros parámetros que se tienen en cuenta en la planificación.

Yutmen, Lopez (2019). En su tesis sobre la influencia del diseño e implementación de un sistema fotovoltaico aislado en la electrificación de las estaciones base celular de la empresa Viettel Perú S.A.C, en las zonas rurales de Huancayo. Para la realización de la tesis se seleccionaron las estaciones base celular denominadas JUN 050 y JUN 091 pertenecientes a la misma empresa. Se logró diseñar dicho proyecto tras un modelamiento matemático y la ayuda de un software (PVsyst), para el análisis económico se utilizó el cálculo de flujo de caja anual, también la aplicación de indicadores económicos (VAN, TIR, RBC, PRI), costo del kWh producido por la estación. Utilizaron la aplicación

de matriz de CONESA para la observación del impacto ambiental del proyecto en la zona, como también el cálculo de CO₂ emitidos anualmente. Los efectos en la observación del análisis económico para la estación JUN 050 (VAN= 14089.3, TIR=12%, RBC=1.10 Y EL PRI= 12 AÑOS Y 11 MESES) de igual manera en la estación JUN 091(VAN= 17040.87, TIR=13%, RBC= 1.12, PRI= 12 AÑOS) el impacto económico para el proyecto sería favorable en los dos casos. Para el cálculo sobre el impacto ambiental se utilizó la matriz de impacto ambiental CONESA.

Pinar Rodríguez, Luis (2022). En su tesis titulado diseño de un sistema de generación fotovoltaico-conectada a red de 1 MW de potencia para el abastecimiento de una planta láctea en el departamento de Arequipa. Como parte de este proyecto nos da a conocer sobre la radiación solar anual que existe en la zona y que esta llega a un promedio de 6.86 kWh/m² que sería favorable para la instalación de paneles solares. En el desarrollo de dicho proyecto se analizó los conceptos fundamentales energía fotovoltaica en distintas fuentes confiables, también se realizó la simulación en software aplicados al tema.

Energía Eléctrica. Es una forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia potencial entre dos puntos, por lo que permite establecer una corriente eléctrica que por un conductor eléctrico es llevada (Salgado, 2009).

Energía Fotovoltaica. Es la energía que se capta por medio de celdas fotovoltaicas las cuales convierten en potencial eléctrico, la luz solar, sin lugar a un efecto contaminante, esta energía es una fuente que produce electricidad obtenida a partir directamente de la radiación solar. Siendo ésta la energía incidente en una superficie, por unidad de superficie y de tiempo. Su unidad de medida es kWh/m² o MJ/m².

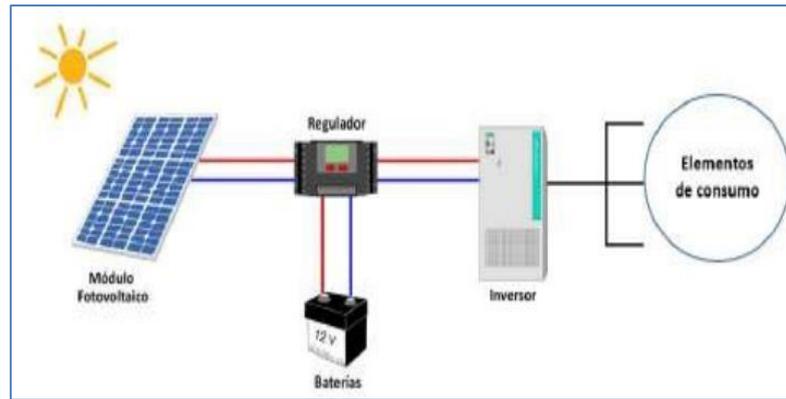


Figura 3. Transformación de la energía solar a la eléctrica.

Fuente: Quiroz, 2021

Tipos de radiación solar. radiación directa. Es el tipo de radiación que llega directamente a la superficie terrestre si sufre ninguna dispersión en su trayecto radiación difusa. Esta radiación se le conoce por ser la típica radiación en los días nublados, esta sufre algún tipo de desviación ya sea por nubes, polvo, moléculas del vapor del agua.

radiación reflejada. Este tipo de radiación es una porción de la radiación directa que cae en la superficie terrestre o en cualquier otro lugar y luego rebota.

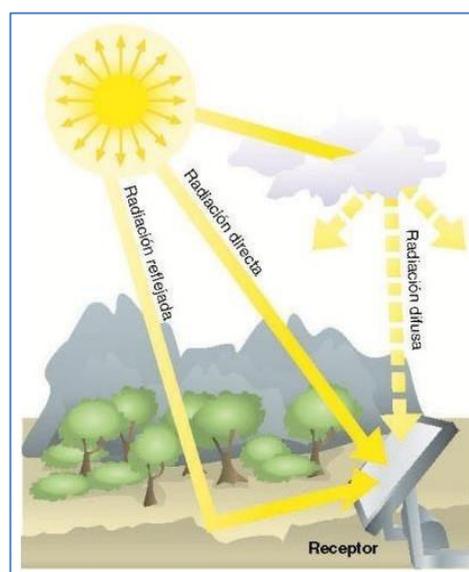


Figura 4. Tipos Radiación solar

Fuente: Quiroz, 2021

Los paneles solares o placas fotovoltaicas están formadas por múltiples células de silicio cristalino o arseniuro de galio, mayormente se fabrican de silicio ya que es más barato en el mercado, aunque menos eficaz que el arseniuro. Estas células se pueden clasificar según su utilización en el campo ya que las más utilizadas son las de silicio y las podemos clasificar de la siguiente manera: Paneles de células monocristalinas: estas son caracterizadas porque son cortadas de un único cristal de silicio lo que los hace más eficientes en una instalación; Paneles de células policristalinas: son construidas de la fundición de retazos de silicio por ello los electrones que captan no tienen una libre circulación; Paneles de células amorfo: estas células se caracterizan por no ser cristalizadas con las anteriores su fabricación es de tal forma que se adhiere a una superficie de acero el silicio en forma de vapor. Paneles de células de capa delgada: estas células como su mismo nombre lo dice son más flexibles, son cortadas en capas más delgadas que las anteriores los cuales los hacen adaptarse a cualquier superficie, pero son menos eficientes.

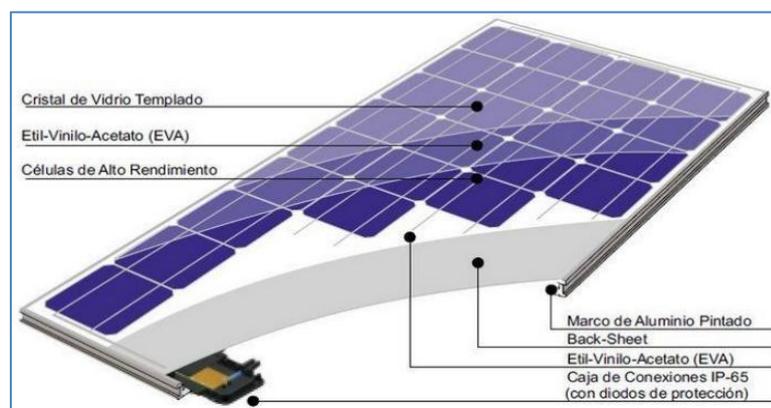


Figura 5. Partes de un panel solar

Fuente: Céspedes (2019)

La estructura que se utiliza para acoplar los paneles solares son generalmente de aluminio que permiten que sean ligeros y duraderos al momento de instalar, los pernos para atornillar y asegurar son de acero, todos estos materiales tienen medidas estándares para la superficie como también para la orientación e inclinación ya puede ser horizontal o vertical. La mayor parte de las estructuras están compuestas por ángulos de aluminio, tornillos de anclaje, triángulos y ángulos de anclaje, tornillos Allen y pinzas zeta para la sujeción del módulo, estas varían según las dimensiones de los módulos fotovoltaicos.



Figura 6. Estructura metálica para paneles

Fuente: Céspedes (2019)

Conexión en serie: Este tipo de conexión se realiza con la finalidad de aumentar el voltaje mas no la corriente en el circuito, para la conexión correcta se une el polo positivo de un módulo con el negativo del otro modulo

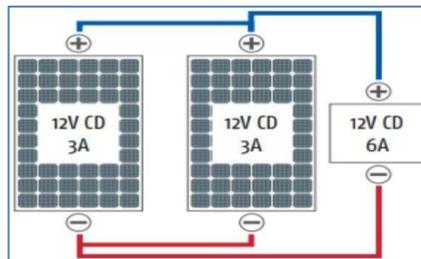


Figura 7. Conexión en serie

Fuente: Céspedes (2019)

Conexión en paralelo: Este tipo de conexión se realiza con la finalidad de aumentar la corriente mas no el voltaje, se conectan por separado todos los polos positivos y negativos.

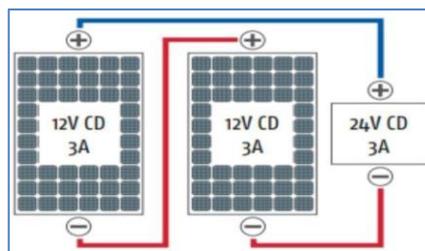


Figura 8. Conexión en paralelo

Fuente: Céspedes (2019)

Baterías o Sistema de almacenamiento. Este sistema consiste en almacenar la energía eléctrica generada en la celda fotovoltaica, generalmente están conformadas por baterías de plomo y ácido las más utilizadas, aquí se almacena la energía eléctrica para ser utilizada en las horas que no hay presencia de radiación solar. También existe de un tipo de almacenamiento de energía llamada BESS o “Battery Energy Storage System” (sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías) este sistema costa de baterías de litio y un software lo que le hace muy eficiente pero a la vez los precios son muy elevados



Figura 9. Banco de batería

Fuente: Céspedes (2019)

Sistema de regulación de la carga. Es un dispositivo electrónico que se utiliza en los paneles solares para controlar en el flujo de la energía que circula hacia las baterías la elección de este dependerá mucho del voltaje y corriente de las baterías



Figura 10. Regulador de carga

Fuente: Céspedes (2019)

Los inversores son una pieza clave en una planta o instalación fotovoltaica encargadas de convertir la energía generada por el sistema en continua a alterna para alimentar a las viviendas. Estos equipos se subdividen en dos grupos tales como los inversores

autónomos y conectados a la red. Como también se pueden clasificar de diferentes formas, de acuerdo a sus números de fases se pueden clasificar entre monofásicos y trifásicos, cargador inversor

III.- METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada

Diseño de investigación

El diseño de investigación es **No Experimental Transversal** , porque no habrá manipulación en las variables. Los datos se obtendrán según se desarrollen en su contexto real.

3.2. Variables y operacionalización

Dependiente: diseño de un **sistema** de generación fotovoltaica.

Independiente: demanda **energética**

3.3. Población, muestra, muestreo.

Población: centrales fotovoltaicas a nivel regional.

Muestra: central fotovoltaico.

Muestreo: no probabilístico intencionado

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Observación

Revisión bibliográfica

Análisis documental

Instrumentos de recolección de datos

- Guía de observación: Esto permite corroborar el consumo eléctrico
- Guía de análisis de documentos: Se han revisado en las fuentes las fichas técnicas y características de los paneles fotovoltaicos, tableros de distribución eléctrica, etc

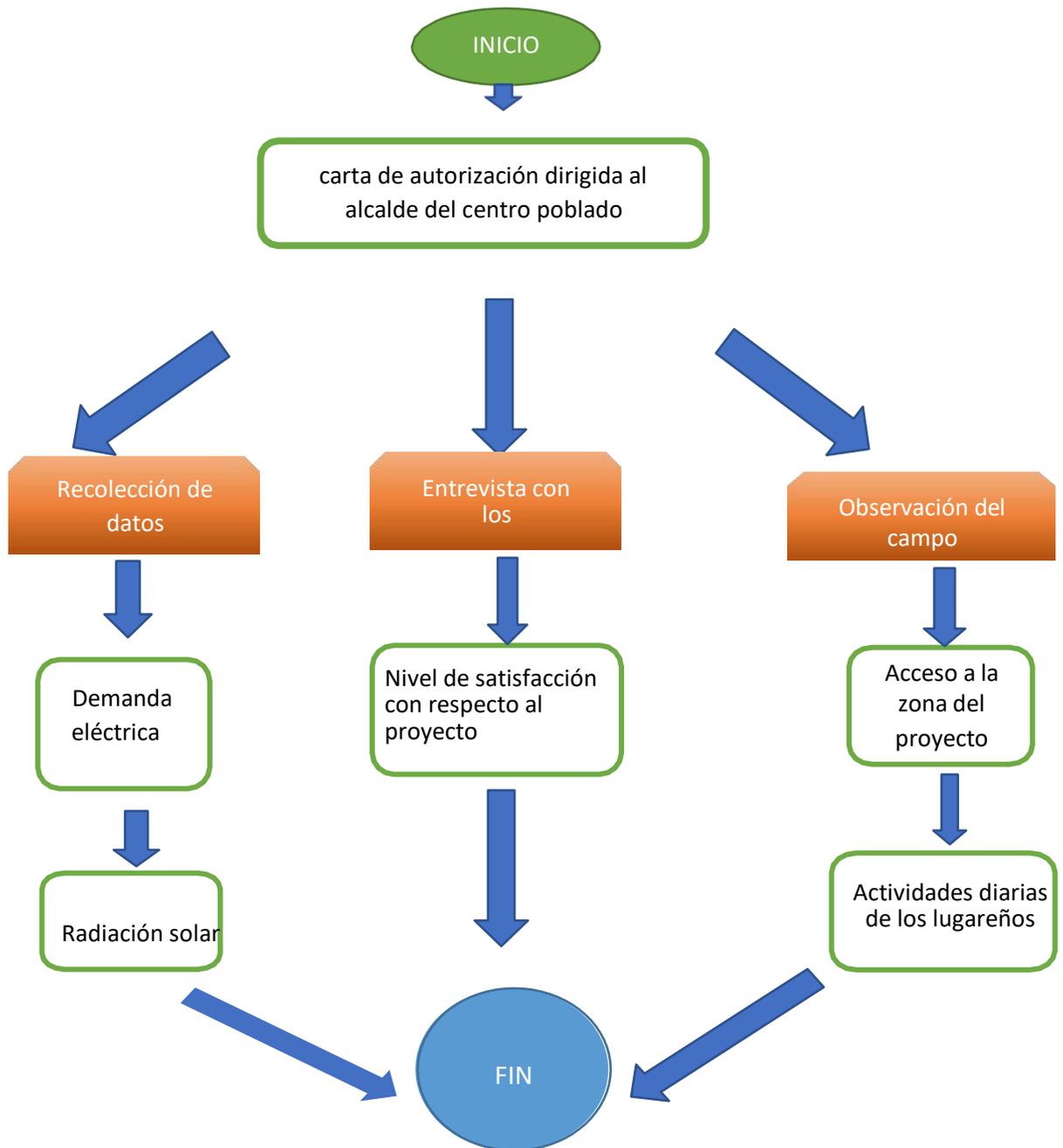
3.5. PROCEDIMIENTOS

El procedimiento que se siguió para cada una de las técnicas y el proyecto fueron:

En la técnica del análisis documental, utilicé tesis nacionales al igual que páginas de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) para investigar sobre la irradiación en la zona.

En la técnica de entrevista, se realizaron preguntas para los pobladores impresas en hoja bond y lapicero con las cuales se recopiló información sobre el nivel de satisfacción que tienen con la implantación del proyecto.

En la técnica de la observación directa, me trasladé al lugar del proyecto verifiqué el área, como también las actividades diarias que realizan los lugareños.



El desarrollo de mi proyecto tendrá como inicio hacer llegar una carta de autorización al señor alcalde del centro poblado la Ramada, esperando tener su autorización para luego dirigirme a la zona del proyecto y hacer un reconocimiento total de la misma, así como también dirigirme al centro poblado Carrizal para obtener datos del consumo eléctrico de los pobladores ya que las viviendas proyectadas en La Ramada Nueva son las misma, esto con la finalidad de calcular la demanda máxima y hacer los dimensionamientos de la central fotovoltaica. Los datos recolectados serán presentados en tablas, gráficos, memorias descriptivas, etc.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos obtenidos para el presente proyecto fueron procesados utilizando el Microsoft Excel, así como también mediante las herramientas digitales de la estadística.

3.7. Aspectos éticos

La información real obtenida es la que se utilizó en el proyecto de diseño, no se alteró los datos, los cuales fueron contrastados en campo; el tesista realizó el diseño con datos que se recopilaron en los instrumentos de la presente investigación.

IV.- RESULTADOS

4.1 Recopilación de datos de irradiación solar, temperatura e inclinación de los paneles solares.

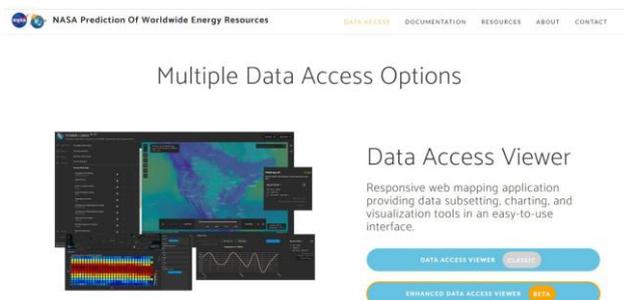
Para la adquisición de estos datos se empleó en uso de la página oficial de La Administración Nacional De Aeronáutica Y El Espacio (NASA), el cual brindando las coordenadas indicadas del lugar en cualquier parte del mundo te brindará información de irradiación, temperatura, climatología y más.

en nivel de radiación que vamos a adoptar es el promedio anual que corresponde a 5.11 kW-h/m^2 este dato corresponde a la inclinación del panel solar con respecto a la latitud, por otro lado, la temperatura máxima promedio anual en la zona es de 34.44°C .

Los datos los obtenemos realizando los siguientes pasos: Ingresamos a la página de la nasa, <https://power.larc.nasa.gov/> donde nos dirigirá a la siguiente ventana

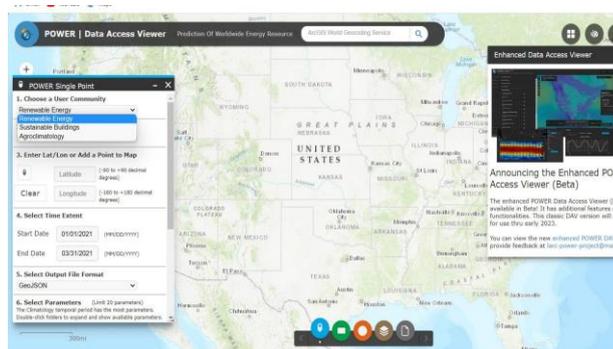


Accedemos a DATA ACCESS – luego a DATA ACCESS VIEWER CLASSIC

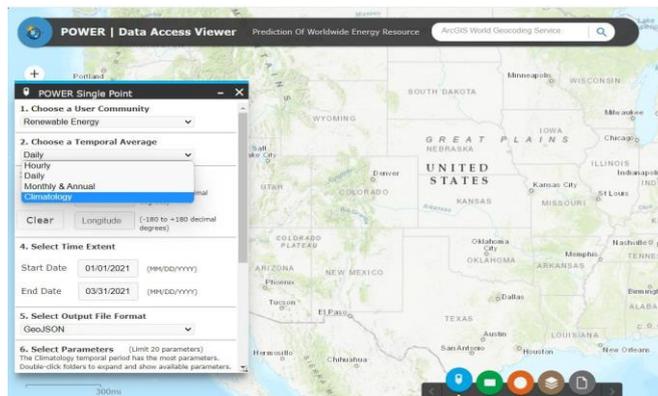


Página de acceso a datos de la NASA

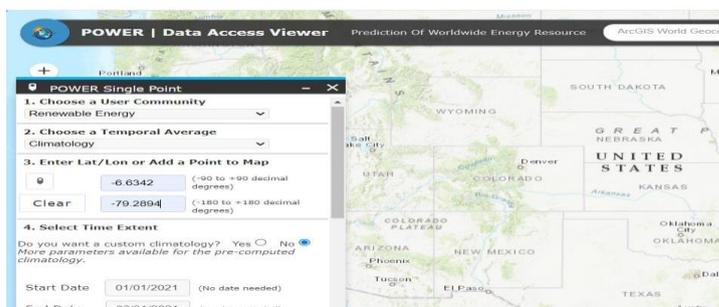
Ya dentro nos aparecerá una ventana en la parte izq. De la pantalla donde seleccionaremos en la opc. Número 1. RENEWABLE ENERGY.



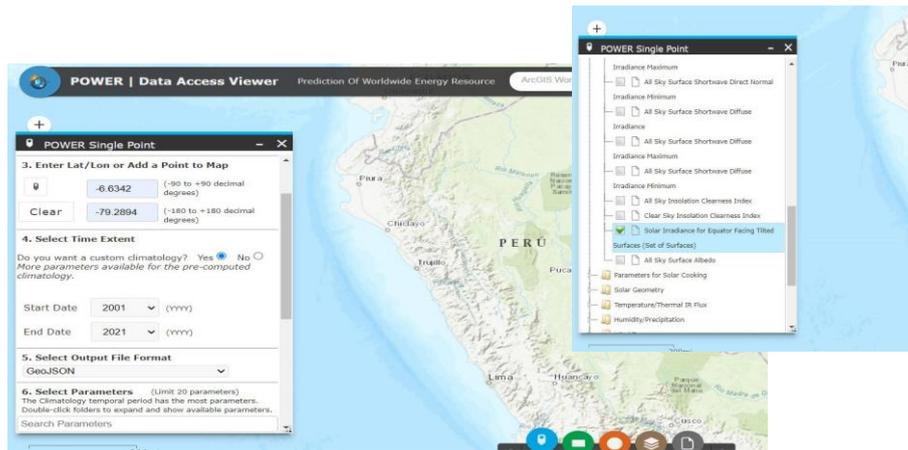
La opción número 2. CLIMATOLOGY



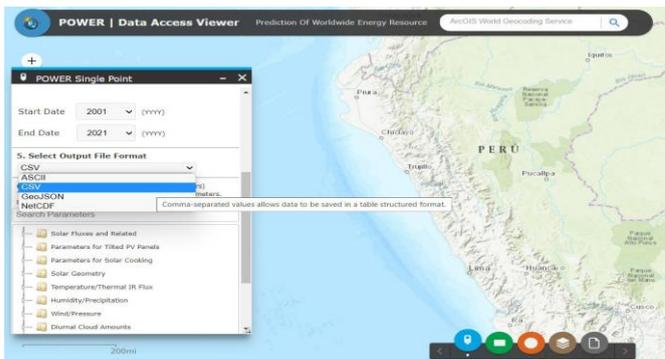
En la opción número 3 se coloca las coordenadas de ubicación de la zona o proyecto a realizar en mi caso para mi proyecto tengo las coordenadas (Latitud:-6.6339, Longitud: -79.2896)



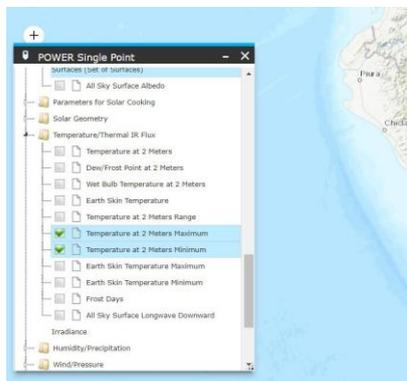
En la opción número 4. Elegimos el tiempo del cual queremos obtener la información, en mi caso elegí la de 1 año (2021)



En la opción número 5. Elegimos el formato que queremos la información en mi caso elegí (CSV)



Numero 6 elegimos la información que deseamos en mi caso quiero información de temperatura máxima, mínima e irradiación.



Finalmente le damos en SUBMID y se nos descargará la información solicitada, en mi caso solicite la temperatura máxima y mínima, inclinación de los paneles para su máxima producción y la irradiación promedio diaria mensual.

Tabla 1. Parámetros de irradiación y temperatura

parámetros	Ene kW h/m ²	Feb kWh/m ²	Mar kWh/m ²	Abr kWh/ m ²	May kWh/ m ²	Jun kWh/ m ²	Jul kWh/ m ²	Agos kWh/m ²	Sept kWh/ m ²	Oct kWh/ m ²	Nov kWh/m ²	Dic kWh/ m ²	Promedi °C- kWh/m ²
Temperatura máxima	35.03	34.45	34.79	35.37	34.44	34.04	34.68	34.83	34.62	34.55	32.48	33.94	34.44
Inclinación horizontal del panel	4.8	4.55	4.6	4.9	4.81	4.59	4.83	5.25	5.63	5.78	5.88	5.36	5.082
Inclinación con respecto a la latitud	4.67	4.49	4.6	4.99	4.99	4.82	5.07	5.42	5.69	5.72	5.73	5.18	5.11
Orientación del panel	NORTE E	NORTE	NORTE	NORTE	NORTE	NORTE	NORTE	NORTE	NORTE	NORTE	NORTE	NORTE	

Fuente: página de la NASA

La inclinación de los paneles solares será de 6.6339 grados con orientación hacia el norte con esta inclinación podremos tener un promedio de captación superior que en otros ángulos.

Por otro lado, se tomará la radiación más baja durante el año, en este caso sería el mes de febrero, logrando diseñar un sistema que abastezca a la población aún en los días con radiación baja

Tabla 2. Mes de la radiación más baja

Mes	Radiación (kWh/m ²)
Febrero	4.49

Fuente: página de la NASA

Crecimiento poblacional (r)

la población se calcula con la tasa de crecimiento promedio anual de la región donde se localiza el proyecto, para ello acudimos a la página del INEI donde se obtuvieron los siguientes datos.

se concluyó que la población censada rural en la región Cajamarca disminuyó en 130 mil 966 personas, lo que representa una tasa decreciente promedio de -1.4%

Tabla 3. Población censada rural urbana en el departamento de Cajamarca entre los años 2007 y 2017 en la región Cajamarca

			Tasa de crecimiento promedio anual (%)	
Año	Total	Población rural	Urbana	rural
2007	1 387 809	996 910	2.0	-1.4
2017	1 341 012	865 944		

Fuente: INEI

por lo tanto, para ser más exactos, buscamos los resultados de los censos poblacionales rurales entre los años 1981 y 2017 realizados en el distrito de Llama que es a donde pertenece el centro poblado La Ramada Nueva.

El resultado del porcentaje de la tasa de crecimiento se obtuvo aplicando el comando "TASA" en Excel lo cual nos arrojó una tasa de crecimiento de -2%.

Tabla 4. Población rural censada en el distrito de Llama

Año	Población censada rural (Hab)
1981	8,677
1993	7,174
2005	6,631
2007	8,102
2017	4,369
Tasa de crecimiento	-2%

Fuente: INEI

Según los datos recolectados se podrá hacer una proyección de la población en 20 años en el lugar, considerando 25 viviendas a construir y 5 habitantes por vivienda, con una tasa de crecimiento del -2%, el método que utilizaré es el exponencial y se calculará en el programa Excel.

Tabla 5. Viviendas estimada en el 2024

viviendas	Hab. por vivienda	Pobl. total
25	5	125

Fuente: INEI

Tabla 6. Población estimada en el 2024

t	AÑO	población
0	2024	125
1	2025	123
2	2026	120
3	2027	118
4	2028	115
5	2029	113
6	2030	111
7	2031	109
8	2032	107
9	2033	104
10	2034	102
11	2035	100
12	2036	98
13	2037	96
14	2038	94
15	2039	93
16	2040	91
17	2041	89
18	2042	87
19	2043	85
20	2044	84

Fuente: elaboración propia

Cálculo de la demanda eléctrica

Datos de los abonados.

Tensión: 220-BT

Tipo de conexión: monofásica
aérea. Opción tarifaria: BT5B-
residencial Hilos: 2

Tabla 7.Demanda máxima

	Demanda máxima diaria (kW-h)	demanda máxima mensual (kW-h)
Consumo eléctrico	1.7	51.00
Número de vivienda	25	25
total	42.5	1,275.00

Fuente: elaboración propia

Tabla 8. Consumo mensual de pobladores en C.P. Carrizal

Vivienda	Consumo diario (kW-h)	consumo mensual promedio (kW-h)
1	1.23	37.50
2	0.12	3.00
3	1.03	31.00
4	1.63	49.00
5	1.30	39.17
6	1.70	51.00
7	0.99	29.67
8	0.99	29.67
9	0.11	3.33
10	0.32	9.50
11	0.18	5.33
12	1.66	49.83
13	0.68	20.25
14	0.57	17.00
15	1.33	40.00
16	1.47	44.09
17	1.35	40.35
18	0.55	16.5
19	0.22	6.42
20	0.25	7.42
21	0.92	27.58
22	1.35	40.35

Fuente: elaboración propia

Tabla 9. Panel solar seleccionado para el proyecto

Panel solar seleccionado	Características en condiciones ideales	Características en condiciones reales
TRINA SOLAR/ VERTEX 655W	Potencia max: 655 Wp Tensión a potencia max:37.6V Corriente a potencia max:17.43A Eficiencia del módulo: 21.1 % Tensión en circuito abierto: 45.5V	Potencia max: 496 Wp Tensión a potencia max:35.1V Corriente a potencia max:14.13A Eficiencia del módulo: 21.1 % Tensión en circuito abierto: 42.9V

Fuente: elaboración propia

Como criterio de selección de los paneles solares a utilizar se tomaron en cuenta los tipos de paneles más utilizados en la industria: los monocristalinos, policristalinos, de capa delgada y amorfos, también una matriz de selección donde considero tres criterios importantes: eficiencia, costo y rendimiento, cada criterio se pondero según su importancia relativa y se asignó una puntuación del 1 al 4 a cada tipo de panel según su desempeño en ese criterio

Tabla 10. Criterio de selección de paneles

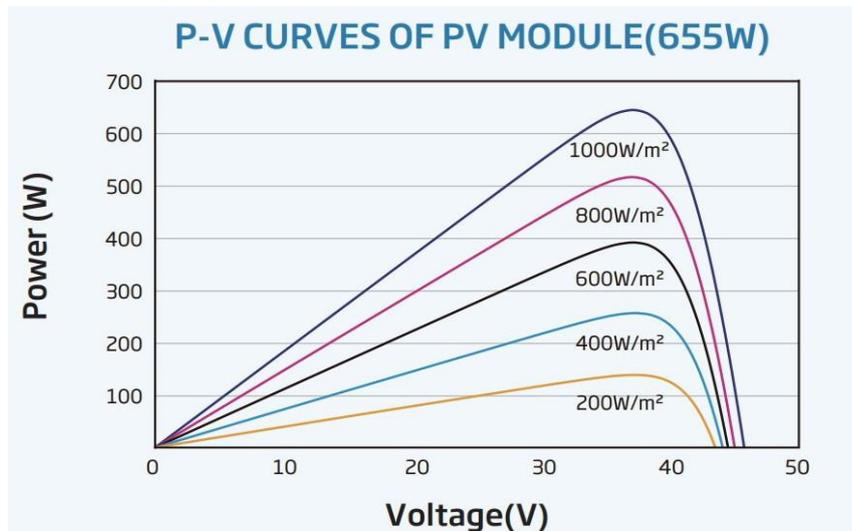
Tipo de Paneles	eficiencia	costo	rendimiento	total
Monocristalino	4	2	4	10
Policristalino	3	3	3	9
Capa delgada	2	2	2	6
amorfo	2	4	2	8

Fuente: elaboración propia

Hora solar pico

Se le denomina a la hora en que el panel generará su máxima potencia ya que el sol incidirá directamente sobre él, para ello nos dirigimos a la ficha técnica del panel seleccionado:

Tabla 11. Curva potencia-voltaje de panel seleccionado



Fuente: ficha técnica del panel

Se aprecia en la curva potencia-voltaje extraído de la ficha técnica del panel que la irradiación para obtener 655 W debe ser 1000 W/m².

Para obtener la hora solar pico dividimos la radiación en la zona del proyecto con la radiación que se necesita para llegar potencia máxima.

Aplicaremos la siguiente fórmula para hallar la hora solar pico:

$$HSP = \frac{RZP}{RGPM}$$

Donde

:

RZP : radiación en la zona del proyecto (kW/h)

RGPM : radiación para generar la potencia máxima en el panel (W)

$$HSP = \frac{4.49 \text{ kWh} / \text{m}^2}{1000 \text{ W} / \text{m}^2}$$

$$HSP = 4.5 \text{ h}$$

Energía en los bornes de la batería

También conocida como energía de diseño (E), se establecerá este tipo de energía mediante la fórmula:

$$E = \frac{E_T}{R}$$

Donde:

E : energía de diseño

E_T : energía teórica

R : factor de pérdidas

Basándonos en los recibos por consumo eléctrico recolectados en el pueblo que se tomó como referencia, la **demanda máxima** para la población de la Ramada Nueva 42.5 kWh/diarias, este dato se tomará también como la **energía requerida** en el sistema.

Obtenido los datos como la energía teórica y factor de pérdidas, reemplazamos en la ecuación de energía de diseño

$$E = \frac{47.2 \text{ kW}}{0.84}$$

$$E = 56.19 \text{ kW}$$

factor de pérdidas (R)

$$R = 1 - \left((1 - K_a - K_C - K_V) \left(K_a \frac{N}{P_d} \right) \right) - K_b - K_C - K_v$$

Donde:

K_a : coeficiente de perdidas por autodescarga

K_b : coeficiente de perdidas por rendimiento de baterías

K_c : coeficiente de perdidas por rendimiento del inversor

K_v : coeficiente de perdidas varias

N : días de autonomía

P_d : profundidad de descargas

Según el cuadro realizado con los coeficientes en diferente situación se seleccionaron los siguientes datos:

	Dato
K_a :0.005	
K_b : 0.05	
K_c : 0	
K_v :0.10	
N : 3	
P_d : 0.3	

$$R = 1 - \left((1 - K_a - K_c - K_v) \left(K_a \frac{N}{P_d} \right) \right) - K_b - K_c - K_v$$

$$R = 1 - \left((1 - 0.005 - 0 - 0.10) \left(0.005 \frac{3}{0.3} \right) \right) - 0.05 - 0 - 0.10$$

$$R=0.84$$

Tenemos como resultado que el factor global de perdidas es de 0.84. para K_c se consideró un coeficiente 0 por el hecho de ser una planta fotovoltaica autónoma y no se requiere una entrada extra de energía que no sea de los paneles solares para

cargar las baterías.

Energía teórica

Hallamos la energía teórica en la planta, para ello consideraremos K_c , en este caso sería 0.1 que se utiliza para inversores de onda senoidal. Para ello aplicamos la siguiente fórmula.

$$E_T = \frac{ER}{1 - K_c}$$

Datos:

(ER) ENERGIA REQUERIDA AC : 42.5 kWh/diarios

K_c : 0.1

ET : ?

$$E_T = \frac{42.5 \text{ Kwh/diarios}}{1 - 0.1}$$

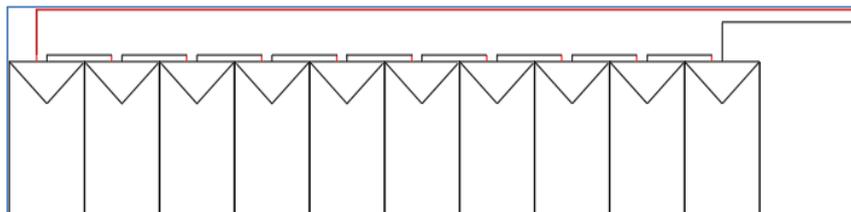
$$E_T = 47.2 \text{ kW / diario}$$

Conexión y arreglo de los paneles

Tenemos 100 paneles en la planta fotovoltaica los cuales será distribuido de forma en que haya 10 ramales de 10 paneles, la corriente a la salida de cada ramal es de 18.48 A y el voltaje es 376V, con esta forma tendremos un mejor aprovechamiento del área y una mejor estética de esta.

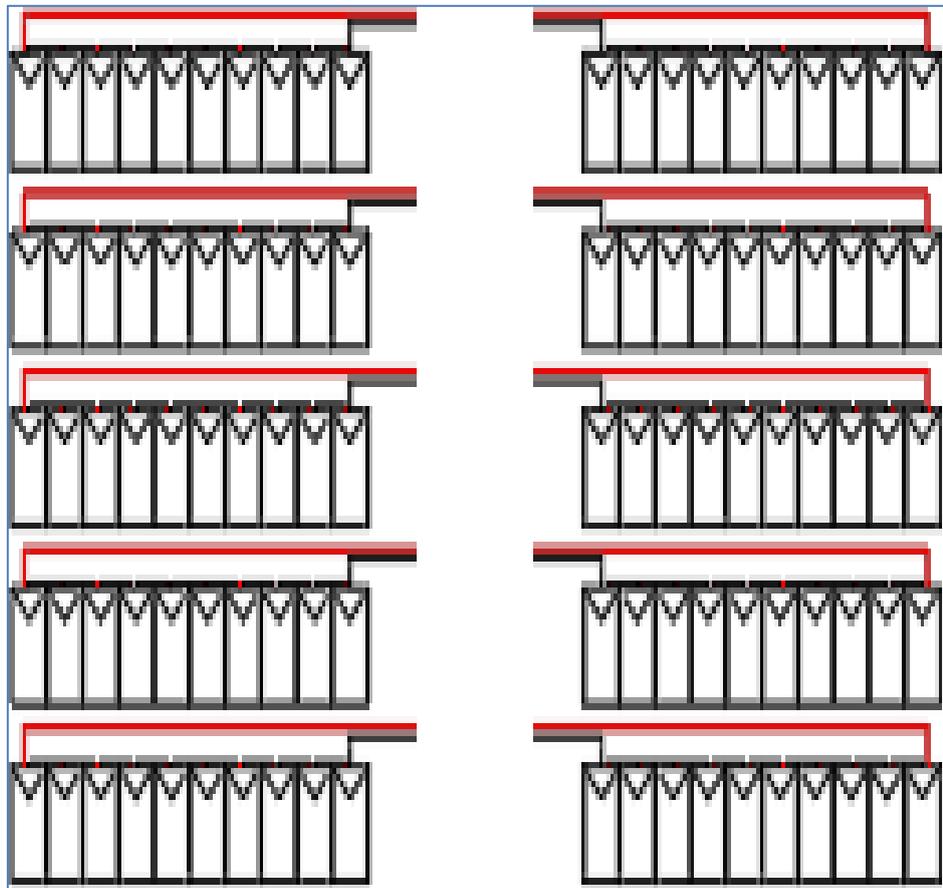
Por otro lado, los ramales se conectarán en paralelo teniendo una corriente de 184.8A y un voltaje de 376V

Tabla 12.Arreglo de paneles por ramal en serie



Fuente: propia

Tabla 13. Arreglos de ramales en paralelo



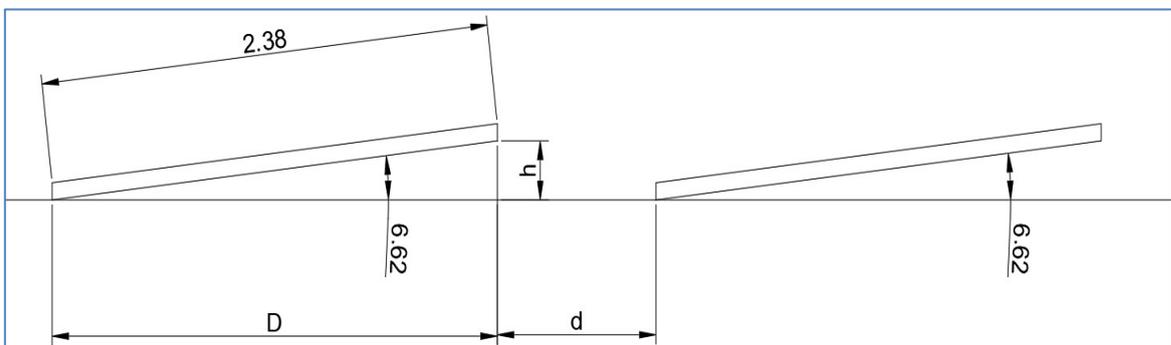
Fuente: Quiroz, 2021

Separación de paneles

La distancia de separación de los paneles se determina con el fin de reducir las sombras que el panel anterior le puede dar al siguiente llegando a una baja eficiencia de estos.

Solo se tuvo en cuenta las sombras de los paneles ya que en la zona no existen arboles de altura superiores a la estructura que sostiene a los paneles.

Tabla 14. Distancia entre paneles



Fuente: Quiroz, 2021

$$d = \frac{h}{\tan(61 - \text{latitud})}$$

$$\begin{aligned} h &= L \times \sin(\text{latitud}) \\ h &= 2.38 \text{ m} \times \sin(6.62) \\ h &= 0.2743 \text{ m} \end{aligned}$$

$$d = \frac{0.2743 \text{ m}}{\tan(61 - 6.62)}$$

$$d = 0.19 \text{ m}$$

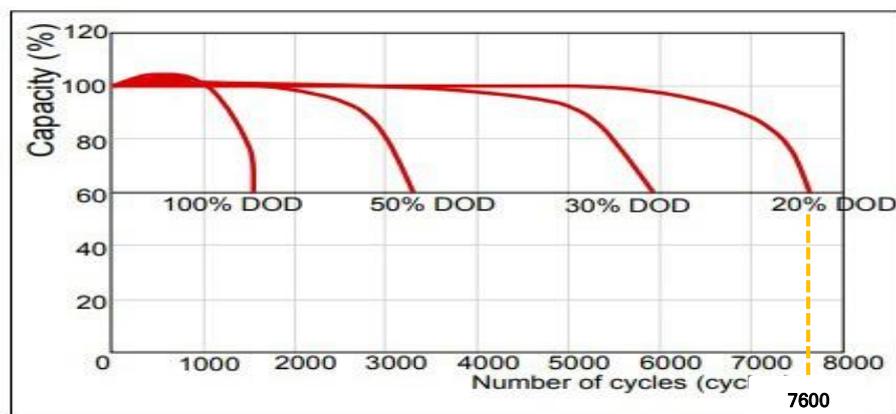
$$\begin{aligned} D &= 2.38 \text{ m} \times (\cos(6.62)) \\ D &= 2.36 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Lontitud entre paneles} = D + d = 2.36 \text{ m} + 0.19 \text{ m} = 2.54 \text{ m}$$

Cálculo de las baterías

Se seleccionó un banco de acumuladores estacionarios de la marca ULTRACELL en el modelo UZS600-6 un pack de 8 unidades, cada unidad genera 6V y 600 AH, la conexión en cada pack es en serie recomendado por fabricante la cual se trabajará con 48V y 600AH

Tabla 15. Curva de ciclos de vida de la batería



Fuente: ficha técnica ULTRACELL

se tomó una profundidad de descarga de un 20% según la gráfica que nos muestra el fabricante de la batería, esta tendrá mayor tiempo de vida útil, sería aproximadamente 7600 ciclos o 20 años aproximadamente

Calculamos la capacidad nominal de las baterías:

$$Q_{AH} = \frac{E_{TOTAL}}{V_{bat}}$$

$$Q_{AH} = \frac{62.26 \text{ kWh}}{48 \text{ V}}$$

$$Q_{AH} = \frac{62260 \text{ Wh}}{48 \text{ V}}$$

$$Q_{AH} = 1297.00 \text{ AH}$$

Capacidad nominal de la batería corregida

$$C_{NBAT} = \frac{Q_{AH}}{PD_{MAX}}$$

$$C_{NBAT} = \frac{1297.00 \text{ AH}}{0.20}$$

$$C_{NBAT} = 6485.00 \text{ AH}$$

Número de baterías

$$N_{baterias} = \frac{C_{NBAT}}{AH}$$

$$N_{baterias} = \frac{6485.00 \text{ AH}}{600}$$

$$N_{baterias} = 10.30 \approx 10 \text{ u}$$

Se necesita 10 pack de baterías para poder abastecer a la población con por 3 días de autonomía con una profundidad de descarga de 20% de cada batería.

Calculo para la selección del regulador /controlador de carga

$$I_{entrada} = 1.25 \times I_{SC} \times N_P$$

I_{SC} : corriente del panel en corto circuito

N_P : número de

paneles Tenemos:

I_{SC} : 14.89 A

N_P : 100

$$I_{entrada} = 1.25 \times I_{SC} \times N_P$$

$$I_{entrada} = 1.25 \times 18.89 \text{ A} \times 10$$

$$I_{entrada} = 230 \text{ A}$$

Corregimos daños en el regulador aplicando un factor de seguridad 25%

número de reguladores

$$N_{reg} = \frac{I_{entrada}}{I_{reg. max}}$$

$I_{entrada}$: corriente de entrada

$I_{reg. max}$: corriente máx. del

regulador N_{reg} : número de

reguladores Tenemos que:

$I_{entrada}$:

230 A $I_{reg.}$

max : 60 A

N_{inv} : ?

$$N_{inv} = \frac{I_{entrada}}{I_{reg. max}}$$

$$N_{inv} = \frac{230 A}{60 A}$$

$$N_{inv} = 4 u$$

Selección del inversor

Para la selección del inversor se debe considerar que su potencia debe ser superior a la potencia a distribuir en este caso le damos un 20% de margen de seguridad

P_{AV} : potencia a distribuir en AC = 42.5 kWh

$$\begin{aligned} P_{inv} &= 1.2 \times \\ P_{AV} P_{inv} &= 1.2 \times \\ 42.5 \text{ kWh } P_{inv} & \\ &= 51.00 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$P_{inv} = 1.2 \times (P_{AV} \times 2)$$

$$P_{inv} = 1.2 \times (42.5 \text{ kWh} \times 2)$$

$$P_{inv} = 102.00 \text{ kW h}$$

El inversor que elegiremos deberá tener una potencia de 100 kW para tener la certeza de que no habrá fallas en el sistema aún en los picos de arranque de los motores de los electrodomésticos.

Dimensionamiento de cableado

Voltaje en serie (Voc) = 45.5 V * 10 paneles = 450 V por ramal

corriente en serie = 18.48 A se mantiene

Distancia = 14 mts

Intensité		18.48	Amperios	Calculadora de perdidas en los cables y de las secciones de los conductores electricos		
Voltaje		450	Voltios			
Longitud total del cable		14	Metros			
Tipo de conductor		Cobre				
Sección del cable		Potencia perdida	% de perdida	Baja de Voltaje	Resistencia del conductor	
1.5	mm ²	110	1.32%	6.0	0.3220	
2.5	mm ²	66	0.79%	3.6	0.1932	
4	mm ²	41	0.50%	2.2	0.1208	
6	mm ²	27	0.33%	1.5	0.0805	
10	mm ²	16	0.20%	0.9	0.0483	
16	mm ²	10	0.12%	0.6	0.0302	
25	mm ²	7	0.08%	0.4	0.0193	
35	mm ²	5	0.06%	0.3	0.0138	
50	mm ²	3	0.04%	0.2	0.0097	
70	mm ²	2	0.03%	0.1	0.0069	
95	mm ²	2	0.02%	0.1	0.0051	
120	mm ²	1	0.02%	0.1	0.0040	
240	mm ²	1	0.01%	0.0	0.0020	
		Vatios	a 20°C	Voltios	en ohmios	

Utilizando un calculador digital para el cálculo de pérdidas y seccionamiento de conductores e introduciendo los datos nos arrojó datos de donde elegimos una sección de cable de 2.5 mm² con un porcentaje 0.79 de perdidas cercana al 1%.

Esta sección de cable se utilizará solamente para la conexión entre paneles en cada ramal.

Para el cálculo de la caída de tensión en este tramo sería:

$$\Delta V = \frac{2 \times I \times \rho \times l}{S}$$

$$\Delta V = \frac{2 \times 18.48 \times 0.0175 \times 14}{2.50}$$

$$\Delta V = 3.62 \text{ V}$$

Para la sección de cable que conecta cada ramal y llega al controlador tenemos los siguientes datos:

Voltaje en paralelo = 450V

corriente en paralelo = 18.48 A * 10 ramales = 184.8A

distancia = 30 mts

Intensité		184.8	Amperios	Calculadora de perdidas en los cables y de las secciones de los conductores electricos		
Voltaje		450	Voltios			
Longitud total del cable		30	Metros			
Tipo de conductor		Cobre				
Sección del cable		Potencia perdida	% de perdida	Baja de Voltaje	Resistencia del conductor	
1.5	mm ²	23564	28.34%	127.5	0.6900	
2.5	mm ²	14139	17.00%	76.5	0.4140	
4	mm ²	8837	10.63%	47.8	0.2588	
6	mm ²	5891	7.08%	31.9	0.1725	
10	mm ²	3535	4.25%	19.1	0.1035	
16	mm ²	2209	2.66%	12.0	0.0647	
25	mm ²	1414	1.70%	7.7	0.0414	
35	mm ²	1010	1.21%	5.5	0.0296	
50	mm ²	707	0.85%	3.8	0.0207	
70	mm ²	505	0.61%	2.7	0.0148	
95	mm ²	372	0.45%	2.0	0.0109	
120	mm ²	295	0.35%	1.6	0.0086	
240	mm ²	147	0.18%	0.8	0.0043	
		Vatios	a 20°C	Voltios	en ohmios	

De igual manera se obtuvo los datos y se seleccionó un cable de sección de 50 mm² con un 0.85 % de pérdidas en su recorrido.

Para la caída de tensión en esta sección aplicamos la fórmula

$$\Delta V = \frac{2 \times I \times \rho \times l}{S}$$

ΔV : caída de tensión

I : intensidad en el circuito

ρ : resistividad del material

l : longitud del conductor

S : sección del cable

$$\Delta V = \frac{2 \times I \times \rho \times l}{S}$$

$$\Delta V = \frac{2 \times 184.8 \times 0.0175 \times 30}{50}$$

$$\Delta V = 3.88 \text{ V}$$

La caída de tensión en el tramo de los paneles hasta el controlador es de 3.88 V

Para las baterías se dimensionó la ubicación de 8 baterías cada bloque conectado en serie y la conexión de los bloques sería de 11 bloques de baterías en paralelo

Corriente de salida del inversor: 182 A

Tensión: 48 V

Distancia de cable para conexión entre baterías: 2 m

Intensité		182	Amperios	Calculadora de pérdidas en los cables y de las secciones de los conductores eléctricos		
Voltaje		48	Voltios			
Longitud total del cable		2	Metros			
Tipo de conductor		Cobre				
Sección del cable		Potencia perdida	% de perdida	Baja de Voltaje	Resistencia del conductor	
1.5	mm ²	1524	17.44%	8.4	0.0460	
2.5	mm ²	914	10.47%	5.0	0.0276	
4	mm ²	571	6.54%	3.1	0.0173	
6	mm ²	381	4.36%	2.1	0.0115	
10	mm ²	229	2.62%	1.3	0.0069	
16	mm ²	143	1.64%	0.8	0.0043	
25	mm ²	91	1.05%	0.5	0.0028	
35	mm ²	65	0.75%	0.4	0.0020	
50	mm ²	46	0.52%	0.3	0.0014	
70	mm ²	33	0.37%	0.2	0.0010	
95	mm ²	24	0.28%	0.1	0.0007	
120	mm ²	19	0.22%	0.1	0.0006	
240	mm ²	10	0.11%	0.1	0.0003	
		Vatios	a 20°C	Voltios	en ohmios	

En conclusión, para la conexión entre baterías se selecciona un cable de 35 mm² con un factor de pérdidas de 0.75%

La caída de tensión en este tramo:

$$\Delta V = \frac{2 \times l \times \rho \times I}{S}$$

$$\Delta V = \frac{2 \times 182 \times 0.0175 \times 2}{35}$$

$$\Delta V = 0.36 \text{ V}$$

Por otro lado, el cable desde el bloque de baterías hasta el controlador existe una distancia de 5 metros, con las mismas características:

Intensité		182	Amperios	Calculadora de perdidas en los cables y de las secciones de los conductores electricos		
Voltaje		48	Voltios			
Longitud total del cable		5	Metros			
Tipo de conductor		Cobre				
Sección del cable		Potencia perdida	% de perdida	Baja de Voltaje	Resistencia del conductor	
1.5	mm ²	3809	43.60%	20.9	0.1150	
2.5	mm ²	2286	26.16%	12.6	0.0690	
4	mm ²	1428	16.35%	7.8	0.0431	
6	mm ²	952	10.90%	5.2	0.0288	
10	mm ²	571	6.54%	3.1	0.0173	
16	mm ²	357	4.09%	2.0	0.0108	
25	mm ²	229	2.62%	1.3	0.0069	
35	mm ²	163	1.87%	0.9	0.0049	
50	mm ²	114	1.31%	0.6	0.0035	
70	mm ²	82	0.93%	0.4	0.0025	
95	mm ²	60	0.69%	0.3	0.0018	
120	mm ²	48	0.55%	0.3	0.0014	
240	mm ²	24	0.27%	0.1	0.0007	
		Vatios	a 20°C	Voltios	en ohmios	

Por lo tanto, de selecciona un cable de 70 mm²

La caída de tensión en este tramo seria:

$$\Delta V = \frac{2 \times I \times \rho \times l}{S}$$

$$\Delta V = \frac{2 \times 182 \times 0.0175 \times 5}{70}$$

$$\Delta V = 0.45 \text{ V}$$

El tramo entre el controlador y el inversor

Esta este tramo los datos serían los mismo que de los paneles hasta el controlador solamente varia la distancia:

Voltaje en paralelo = 450V

corriente en paralelo = 18.48 A * 10 ramales =184.8A

distancia = 5 mts

Intensité		184.2	Amperios	Calculadora de perdidas en los cables y de las secciones de los conductores electricos		
Voltaje		450	Voltios			
Longitud total del cable		5	Metros			
Tipo de conductor		Cobre				
Sección del cable		Potencia perdida	% de perdida	Baja de Voltaje	Resistencia del conductor	
1.5	mm ²	3902	4.71%	21.2	0.1150	
2.5	mm ²	2341	2.82%	12.7	0.0690	
4	mm ²	1463	1.77%	7.9	0.0431	
6	mm ²	975	1.18%	5.3	0.0288	
10	mm ²	585	0.71%	3.2	0.0173	
16	mm ²	366	0.44%	2.0	0.0108	
25	mm ²	234	0.28%	1.3	0.0069	
35	mm ²	167	0.20%	0.9	0.0049	
50	mm ²	117	0.14%	0.6	0.0035	
70	mm ²	84	0.10%	0.5	0.0025	
95	mm ²	62	0.07%	0.3	0.0018	
120	mm ²	49	0.06%	0.3	0.0014	
240	mm ²	24	0.03%	0.1	0.0007	
		Vatios	a 20°C	Voltios	en ohmios	

Se elegirá un cable de 10 mm² con un porcentaje de perdidas de un 0.71%

La caída de tensión en este tramo seria de:

$$\Delta V = \frac{2 \times l \times \rho \times I}{S}$$

$$\Delta V = \frac{2 \times 184.8 \times 0.0175 \times 5}{10}$$

$$\Delta V = 3.22 \text{ V}$$

Protecciones para el sistema.

Debemos tener en cuenta que las protecciones en el sistema se dividen en dos partes la primera son protecciones para corriente continua (DC) entre los paneles y el inversor y la segunda para corriente alterna, aguas abajo a la salida de inversor (AC).

Baterías

Para la protección de las baterías se selecciona una protección con respecto a la corriente de salida del controlador, en este caso sería de 60A sumando un factor de corrección de 20% el cual nos daría 72.00 A, con ello seleccionamos una llave termomagnética de 80 A.

A la salida de inversor

En la salida del inversor tendrá una protección de corriente alterna de 190A ya que la corriente máxima de salida del inversor es de 182^a

Puesta a tierra. en toda instalación eléctrica es de gran importancia una puesta a tierra para poder proteger los equipos instalados como también a las personas que se encargan del cuidado y mantenimiento de estos.

Estructura de soporte

se seleccionó una estructura elevada de 3.00 metros de 2 filas de 10 paneles, la longitud de cada estructura es de 25.00 metros y de 2.6 metros de ancho, fabricados de aleación de aluminio de alta resistencia los pernos y tuercas son de acero inoxidable al igual que los prensos que se encargan de sujetar a los módulos fotovoltaicos, se diseñó de este modo porque los paneles no tendrán cerco de seguridad por el motivo de no afectar a los

lugareños que se dedican al pastoreo de ganado vacuno y caprino generando así una sombra para el descanso de los mismo.

Costos y presupuestos.

para realizar los costos y presupuesto y un análisis de ello nos basamos en criterios tales como el Valor Actual Neto (VAR), el periodo de recuperación (PR) y la tasa interna de rentabilidad (TIR) teniendo como datos la producción de energía y la tarifa establecida por Kilowatts-hora por ENSA.

Tabla 16. Costo de los materiales

Materiales	medida	cantida d	Precio por unidad	total
Panel solar Trina Solar655W	unidad	100	s/.1000.00	s/. 100,000.00
Batería Ultracel UZS600	Pack x6	11	s/.15,362.44	s/. 168,982.00
Controlador solar PWM-sut-solar	unidad	1	s/.500.00	s/. 500.00
Inversor SIRIO K100	Unidad	1	s/.90,152.00	s/. 90,152.00
Estructura elevada 3M 2x10 paneles	unidad	5	s/. 10,230.00	s/. 51,150.00
Cable INDECO calibre 2.5 mm ²	Rollox100 m	6	s/.220.00	s/. 1,320.00
Cable INDECO calibre 50 mm ²	Metro lineal	60	s/.32.50	s/. 1,950.00
Cable INDECO calibre 35mm	Metro lineal	44	s/.25.63	s/. 1,127.00
Cable INDECO calibre 70mm	Metro lineal	10	s/.40.23	s/. 402.30
Cable INDECO calibre 10mm	Rollox100 m	10	s/250.00	s/. 2,500.00
Llaves Termomagnéticas 30A ZJ BENY	unidades	10	s/ 60.56	s/. 605.60
Llaves Termomagnéticas 230A	unidades	1	s/1610.30	s/. 1,610.00

Llaves Termomagnéticas 80A	Unidades	1	s/533.62	s/. 533.62
Llaves Termomagnéticas 190A	unidades	1	s/2,000.00	s/. 2,000.00
Interruptor o seccionador 230A	unidades	1	s/1500.00	s/. 1,500.00
Protección de sobretensión 230A	unidades	1	s/1800.00	s/. 1,800.00
Tota I				s/. 435,132.52

|Fuente: propia

Costos de instalación:

Los costos de instalación corresponden a los sueldos mensuales de los técnicos que se necesitan durante un tiempo determinado para hacer las instalaciones de los módulos y los demás equipos

Tabla 17. Costo de instalación de la planta fotovoltaica

Descripción	mese s	trabajadores	Costo por mes	total
Instalación de paneles y baterías	1	2	s/1500.00	3000.00
Instalación de soportes	1	4	1025.00	4100.00
Instalación de tableros	1	2	1500.00	3000.00
				10,100.00
Descripción	Medidas (metros)		costo	
Cerco perimétrico de malla con base de concreto	6 x 7 x 2.20		s/ 10,000.00	
Caseta de control	5 x 5.40 x 3.00		S/ 8,000.00	
Total				s/. 18,000.00

Fuente: propia

Costos de operación

Tabla 18. Costo de operación de la planta fotovoltaica

Descripción	N° de veces	Periodo	Costo por servicio	Costo anual
Mantenimiento del sistema	2	Anual	s/. 70.00	s/. 140.00
Mantenimiento del área	1	Mensual	s/. 80.00	s/. 960.00
		Tota I		s/. 1,100.00

Fuente: propia

Ingresos:

Para los ingresos se considera el costo por kilovatios cobrado por ENSA en la localidad de Carrizal lugar que se tomó como referencia para realizar este proyecto, esta tarifa asciende a s/. 0.72 céntimos el cual crece según la tasa de crecimiento poblacional.

Por otro lado, en 20 años existe un egreso de s/.268,000.00 lo que sería el cambio de paneles y baterías, se calcula este tiempo ya que la vida útil de estos equipos es la misma

Viabilidad del proyecto:

Tabla 19. Ingreso y egreso anual del proyecto

año	Consumo anual kW-h	S/. x kW-h	Ingresos S/.	Egresos S/.
1	15,300.00	0.72	11,151.78	1,100.00
2	15,606.00	0.74	11,598.43	1,100.00
3	15,918.12	0.75	12,063.13	1,100.00
4	16,236.48	0.77	12,546.60	1,100.00
5	16,561.21	0.78	13,049.61	1,100.00
6	16,892.44	0.80	13,572.93	1,100.00
7	17,230.29	0.81	14,117.40	1,100.00
8	17,574.89	0.83	14,683.87	1,100.00
9	17,926.39	0.85	15,273.22	1,100.00
10	18,284.92	0.86	15,886.38	1,100.00
11	18,650.61	0.88	16,524.31	1,100.00
12	19,023.63	0.90	17,188.01	1,100.00
13	19,404.10	0.92	17,878.53	1,100.00
14	19,792.18	0.93	18,596.94	1,100.00
15	20,188.03	0.95	19,344.38	1,100.00
16	20,591.79	0.97	20,122.02	1,100.00
17	21,003.62	0.99	20,931.07	1,100.00
18	21,423.69	1.01	21,772.80	1,100.00
19	21,852.17	1.03	22,648.55	1,100.00
20	22,289.21	1.05	23,559.67	268.000.00
21	22,735.00	1.07	24,507.60	1,100.00
22	23,189.70	1.10	25,493.83	1,100.00
23	23,653.49	1.12	26,519.90	1,100.00
24	24,126.56	1.14	27,587.43	1,100.00

Fuente: elaboración propia

Se calculó el flujo efectivo neto, acumulado y el valor presente del proyecto

Tabla 20. Flujos y valor presente del proyecto

año	Flujo de efectivo neto	Flujo de efectivo acumulado	Valor presente
0	-463,232.52		1.09
1	10,051.78	-453,180.74	9,221.82
2	10,498.43	20,550.21	8,836.32
3	10,963.13	31,513.34	8,465.55
4	11,446.60	42,959.94	8,109.06
5	11,949.61	54,909.55	7,766.43
6	12,472.93	67,382.48	7,437.20
7	13,017.40	80,399.88	7,120.96
8	13,583.87	93,983.75	6,817.29
9	14,173.22	108,156.97	6,525.74
10	14,786.38	122,943.35	6,245.93
11	15,424.31	138,367.66	5,977.43
12	16,088.01	154,455.67	5,719.85
13	16,778.53	171,234.20	5,472.80
14	17,496.94	188,731.14	5,235.90
15	18,244.38	206,975.52	5,008.78
16	19,022.02	225,997.54	4,791.07
17	19,831.07	245,828.61	4,582.43
18	20,672.80	266,501.41	4,382.50
19	21,548.55	288,049.96	4,190.97
20	-244,440.33	43,609.63	-43,615.71

Fuente: propia

Por lo tanto, el valor actual neto resulta negativo al igual que la tasa interna de retorno por lo tanto este proyecto no es viable económicamente.

VAN	-374,988.96
TIR	-9%

V.- DISCUSIÓN.

El proyecto desarrollado en la localidad de la Ramada Nueva tiene como finalidad mejorar la calidad de vida de los lugareños ya que por motivos de crecimiento de la población han optado por retirarse a una zona mas alejada de la civilización con el motivo de construir un ambiente donde vivir. Este proyecto se basa en el diseño de una planta fotovoltaica capaz de abastecer de energía eléctrica a las 25 viviendas proyectadas en dicho lugar.

En comparación con la tesis de **Ramírez (2018)** donde nos habla sobre Diseño de una central fotovoltaica para suministrar energía al caserío nuevo amanecer donde los abonados son 50 familias, nuestro proyecto solo es de 25. Por otro lado aunque coincidan los resultados del análisis económico dando negativo el VAN y TIR, por lo cual los proyectos no serían viable, nosotros damos opciones como optar porque el proyecto se realice por un entidad publica o una ONG generando un bien social.

No consideramos que en un futuro cercano algún poblador obtenga una lavadora, refrigeradora, etc. Estos electrodomésticos cuentan con un motor el mismo que tienen un “pico de arranque” en estos casos van a demandar de mayor potencia, considero un sobredimensionamiento del inversor en un 100% con respecto a la potencia calculada, esto incluye los picos de arranque de los motores de los electrodomésticos para así evitar problemas en nuestro sistema y la distribución de la energía.

Para el cálculo de la demanda eléctrica en la zona se tomó como referencia al recibo de consumo eléctrico de varios moradores del centro poblado Carrizal- Llama-Chota, este centro rural cuenta aproximadamente con 30 casa construidas y habitadas. Tomamos como dato el consumo mensual en kW de los moradores ya que el número de viviendas y consumo eléctrico es el que más se asemeja al de nuestro proyecto de los recibos se extrajeron los datos que los abonados habían contratado como la tensión, tipo de conexión,

número de hilos, opción tarifaria, también se obtuvo la demanda máxima tomando como dato el consumo promedio mensual de todos los recibos de luz que se pudo obtener de los pobladores

En el cálculo de la sección de cable para la selección el mismo en diferentes tramos debemos tener en cuenta las características de los equipos se utilizarán las siguientes formulas y el uso de una calculadora que se descargó en Excel para comprobar y realizar una elección más acertada como también una tabla de datos técnicos de cables del fabricante y distribuidor INDECO S.A.

Para la selección del cable en la instalación de los paneles solares se consideró la distancia de los mismo el tipo de conexión, voltaje, la corriente y la distancia hasta el controlador. Se dimensionó 10 paneles por ramal conectados en serie y 10 ramales conectados en paralelo

Por otro lado, los costos de operación del sistema se considera que no habrá vigilancia ya que cuenta con un cerco de seguridad y la caseta estará cerca a la población, de igual manera que el mantenimiento del área como el desmonte y la limpieza de los paneles se realizará por los pobladores una vez al mes pagando 40 soles por tarea esta tarea se hará por 2 persona, por otro lado para el mantenimiento del sistema tales como: ajustar borneras de las baterías, tuercas de sujeción de los paneles y otros, se realizará por un técnico 2 veces al año.

En su tesis nos comenta sobre la importancia de la electricidad para el desarrollo de un país es necesario asegurar la continuidad de su suministro sin olvidar la protección del medio ambiente, lo que exige la modernización y diversificación de los procesos productivos. La tendencia actual para el sector eléctrico es la generación de electricidad a partir de fuentes limpias y renovables con un impacto mínimo como la energía solar y eólica en lugar de fuentes no renovables en el medio.

A la salida de cada ramal de paneles se colocará una llave termomagnética 30 A sabiendo que la corriente en cada ramal es de 18.48 se le suma un 20% del factor de corrección que nos daría 22.17A. Por otro lado, para proteger toda la sección de paneles se elegirá una termomagnética de 230A sabiendo y teniendo en cuenta que existe 10 ramales de 18.48A cada ramal y sumando el factor de corrección que nos daría 221.76A.

También se elegirá un interruptor o seccionador de las mismas características, que nos dará la facilidad de interrumpir el circuito en el caso de hacer mantenimiento o exista alguna falla, al igual que protecciones de sobretensión transitorias sabiendo que en la zona en los meses de enero y febrero son los más lluviosos e incluso se producen descargas eléctricas que podrían impactar directamente en los paneles.

Rodríguez, Luis (2022) En desarrollo de su investigación del diseño de un sistema de generación fotovoltaico-conectada a red de 1 MW de potencia para el abastecimiento de una planta láctea en el departamento de Arequipa en su proyecto hace énfasis en la investigación de la radiación solar y la importancia de ello.

Lo cual tomamos como referencia para resaltar la radiación como parte fundamental para estos tipos de proyectos, por ende, en nuestra investigación se obtuvieron datos de fuentes confiables como la NASA de radiación solar de la ubicación exacta del proyecto este nos arrojó 5.11kWh/m^2 al igual que Pinar Rodríguez que también le arrojó una radiación parecida a la nuestra lo que hace que ambos proyectos se consideren factibles en relación a la radiación solar

Yutmen (2019) en el diseño de un sistema fotovoltaico aislado hace referencia a la definición universal de las cada una de las características para que una central fotovoltaica sea considerada apta para producir energía, enunciado

que se tomó en cuenta para este proyecto, así como también se eligieron los componentes básicos, también se establecieron criterios como la operación del mismo costos operación, mantenimiento, instalación como también un bajo costo de operaciones ya que la vigilancia y mantenimiento sería realizado por los mismos pobladores capacitando a cada uno de ellos

VI.- CONCLUSIONES

Se analizaron las características emergentes de la demanda eléctrica para la localidad de La ramada nueva, para ello se tomó como referencia la localidad de Carrizal, al tener acceso a este lugar cercano al proyecto con las mismas características pero que ya cuenta con energía eléctrica y haciendo la recolección de 20 recibos de luz, se determinó el consumo máximo diario que realiza una vivienda de dicho lugar en este caso es de 1.7 kW-h, con ello llegamos a la conclusión que para las 25 viviendas proyectadas en la Ramada nueva el consumo diario seria de 45.5 kW-h.

Se identificaron las características resaltantes que tiene un diseño de un sistema de generación de energía fotovoltaica, estas características se basan generalmente en que la energía producida es una energía limpia ya que en la mayoría de los casos no genera contaminación al producirla, otra de sus características resaltantes es que es muy confiable ya que su fuente de energía en el sol por lo tanto es ilimitada, lo que no curre con sistemas de generación de energía a través de hidroeléctricas o por la quema de combustible.

Se identificó los factores influyentes que relacionan la demanda energética del lugar con el diseño del sistema de generación, con el que se abastecerá a la población.

Se determinó el análisis económico de la central generados por los costos de instalación, costos de mantenimiento y los costos de generación, concluyendo en un VAR Y TIR negativos lo que quiere decir que el proyecto no será viable económicamente.

VII.- RECOMENDACIONES

Basados en las estadísticas del INEI se recomienda realizar un estudio poblacional actualizado ya que los datos de esta entidad no coinciden con la visualizada actualmente en la localidad, ya que la tasa de crecimiento en zonas rurales en la región Cajamarca del INEI nos bota con un porcentaje negativo, pero si visitamos la zona actualmente la población se a duplicado, viéndose obligados a construir sus hogares alejados de los servicios básicos como el agua, luz y techo

Si bien el VAN y el TIR son negativos es muy importante abordar desafíos relacionados con el cambio climático, la energía sostenible y la justicia social, estos sistemas deberían contribuir al desarrollo las soluciones técnica económicas y sociales que planean la adopción y el uso de la energía solar como una fuente limpia, renovable e ilimitada.

Cuantificar la captura del CO₂ y el impacto que genera en el medio ambiente Se recomiendo que el presente proyecto se realice por medio de la inversión pública o el estado como también una ONG que tenga como objetivo el crecimiento social y la protección del medio ambiente.

REFERENCIAS

Ramirez Gonzales, J. (2018). "DISEÑO DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR. Chiclayo.

Mesones Abanto, P. F. (2019). DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO DE CONEXION A RED PARA EL RESTAURANTE EL ZARCO UBICADA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA. LAMBAYEQUE.

BRAVO BRAVO, W. (2019). PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR PARA ELECTRIFICAR EL CASERÍO DE LLUSHCAPAMPA, DISTRITO DE LLAMA, REGIÓN CAJAMARCA. CHICLAYO.

Cornelio Diego, M. E. (2020). Diseño y estudio de factibilidad de un Sistema Híbrido Autónomo en microrred. maestría. Universidad Politécnica de Madrid, madrid. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2077588>

Fernandez, L. (2017). Proyecto de diseño e implementación de un sistema fotovoltaico de interconexión a la red eléctrica en la Universidad Tecnológica de Altamira [tesis de maestría.2017]. CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES AVANZADOS. Obtenido de <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/1927/1/ TESIS%20MER.pdf>.

Gómez González, F. J. (2020). DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA HÍBRIDO RENOVABLE CON GESTIÓN DE LA DEMANDA Y APLICACIONES EN PENÍNSULA Y MODO ISLA". doctorado. universitat politecnica de valencia, Valencia. Obtenido de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/158563/G%C3%B3mez%20DISE%C3%91O%20Y%20OPTIMIZACI%C3%93N%20DE%20UN%20SISTEMA%20H%C3%8DBRIDO%20RENOVABLE%20CON%20GESTI%C3%93N%20DE%20LA%20DEMANDA%20Y%20APLICACIONES.pdf?sequence=1>

Tafur Gutiérrez, J. C. (2019). Diseño de una central eólica en C.P.Montaña – Cajamarca, para suministrar de energía eléctrica al SEIN dentro del programa de subastas de energía renovables. *tesis*. Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2958145>

Jinko Solar: Es uno de los fabricantes de paneles solares más grandes y reconocidos a nivel mundial, con una amplia gama de productos y una sólida presencia en el mercado.

Canadian Solar: Es una empresa líder en la fabricación de paneles solares, conocida por su calidad y eficiencia. Ofrece una variedad de paneles solares para diferentes aplicaciones.

Trina Solar: Es una empresa china especializada en la fabricación de paneles solares y se destaca por su alta eficiencia y calidad. Cuenta con una amplia presencia global y es uno de los fabricantes más grandes del mundo.

First Solar: Es una empresa líder en la fabricación de paneles solares de capa delgada de película de cadmio teluride (CdTe). Se centra en tecnologías de paneles solares de gran escala y tiene una fuerte presencia en el mercado de proyectos solares a gran escala.

Hanwha Q Cells: Es un importante fabricante de paneles solares, reconocido por su tecnología de células solares de silicio monocristalino y policristalino. Hanwha Q Cells es conocido por su calidad, eficiencia y confiabilidad.

SunPower: Es una empresa líder en tecnología de paneles solares de alta eficiencia. Sus paneles solares utilizan células solares desilicio monocristalino y son reconocidos por su rendimiento superior.

LG Solar: Es parte del conglomerado LG y fabrica paneles solares de alta calidad y eficiencia. La marca LG es conocida por su confiabilidad y ofrece una amplia gama de productos solares.

García Montiel, A. A., Escobar Hernández, J. I., & Rosales Rocha, A. E. (2018). Análisis de la factibilidad de un sistema para la generación de energía eléctrica a través de paneles solares en la zona recreativa del fraccionamiento Geo-Villas La Hacienda en Puebla.

Coloma Ortiz, C. J. (2019). *Análisis de factibilidad de paneles solares fotovoltaicos en el parque Alborada Décima Etapa y Álamos* (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería en Teleinformática.).

Prado Suquila, C. C., Rodríguez Aragon, J. D., & Velasquez Cifuentes, D. S. (2022). Análisis de la factibilidad técnica para la implementación de un sistema fotovoltaico en el aeropuerto Gustavo Rojas Pinilla de San Andrés.

Flores Carrizales, P. C. (2019). Determinación de la Eficiencia de un Arreglo de Paneles Solares Fotovoltaicos en Función de la Radiación Solar Instalados en Vivienda Residencial, Distrito de Juliaca.

Peña La Torre, W. J., & Nevado Talledo, J. E. Desarrollo de un sistema de control que hace el seguimiento del máximo punto de potencia en paneles solares aplicado a sistemas de generación fotovoltaica para entornos rurales.

ABAL, Gonzalo y DURAÑONA, Valeria. Manual Técnico para Energía Solar Térmica [en línea]. 1ra ed. Uruguay: Universidad de la República de Uruguay, marzo del 2013 [fecha de consulta: 1 de julio del 2017] Disponible en: https://www.colibri.udelar.edu.uy/bitstream/123456789/7366/1/man-RTI_Vol1-v10.pdf

ANEXOS

1 Matriz de operacionalización de variables

variables	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Dependiente: Estación Fotovoltaica	Energéticas	<ul style="list-style-type: none"> Energía solar: energía que llega a la tierra en forma de irradiación electromagnética procedente del sol 	<ul style="list-style-type: none"> Tensión Eficiencia del Sistema Energía Solar fotovoltaica. Sistema Solar Fotovoltaico 	<ul style="list-style-type: none"> Generación de energía eléctrica promedio (W/h) Irradiación solar (W/m²) 	Razón
	Medioambientales	<ul style="list-style-type: none"> Espacio donde interaccionan los seres vivientes en armonía y sostenibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Huella de Carbono 		
	Económicas	<ul style="list-style-type: none"> Desempeño del sistema en armonía con las dimensiones sociales y ambientales. 	<ul style="list-style-type: none"> Balance financiero 	<ul style="list-style-type: none"> Costo de Instalación Costo de Operación Valor Presente Neto Tasa Interna de Retorno 	
Independiente Demanda energética	Caracterización de las cargas eléctricas.	<ul style="list-style-type: none"> Variables que conforman un sistema eléctrico, tales como la potencia, tensión, energía, puesta a tierra. 	<ul style="list-style-type: none"> Tensión eléctrica. Carga para iluminación. Carga para artefactos móviles. Potencia máxima Tensión Resistencia. Puesta a tierra 	<ul style="list-style-type: none"> kW/h Voltios Amperios 	Razón

Anexo N°02

“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

Chiclayo, 10 de mayo del 2023

Señor(a)

ALCALDE DEL CENTRO POBLADO LA

RAMADA

PROF. SALVADOR SUXE CORREA

CPM LA RAMADA-LLAMA-CHOTA-CJAMARCA

Asunto: Autorizar el acceso a la zona para la recolección de datos y posterior ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería Mecánica Eléctrica

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Chiclayo y en el mío propio, desearle la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que el(la) Bach. José Nicolás Navarro Chávez, con DNI 77417748, del Programa de Titulación para universidades licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, pueda ejecutar su investigación titulada: **"Diseño de una central Fotovoltaica para cubrir la demanda energética en el Centro Poblado La Ramada Nueva, Ubicada en el Distrito de Llama, Chota, Cajamarca"**, en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente, Mag. Jiménez Zuloeta, Wilson Alejandro

Anexo 2. Fotos de la localidad y actividades al que se dedican



Anexo 3. Recolección de recibos de luz en la localidad de Carrizal



elaboración propi

Anexo 6. Fichas técnicas de los paneles



BiHiKu7

BIFACIAL MONO PERC

640 W ~ 670 W

CS7N-640 | 645 | 650 | 655 | 660 | 665 | 670MB-AG

MORE POWER

-  Module power up to 670 W
Module efficiency up to 21.6 %
-  Up to 8.9 % lower LCOE
Up to 4.6 % lower system cost
-  Comprehensive LID / LeTID mitigation technology, up to 50% lower degradation
-  Compatible with mainstream trackers, cost effective product for utility power plant
-  Better shading tolerance

MORE RELIABLE

-  40 °C lower hot spot temperature, greatly reduce module failure rate
-  Minimizes micro-crack impacts
-  Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa*

* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

12 Years Enhanced Product Warranty on Materials and Workmanship*

30 Years Linear Power Performance Warranty*

1st year power degradation no more than 2%
Subsequent annual power degradation no more than 0.45%

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001 : 2015 / Quality management system
ISO 14001 : 2015 / Standards for environmental management system
ISO 45001 : 2018 / International standards for occupational health & safety
IEC62941 : 2019 / Photovoltaic module manufacturing quality system

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730 / CE / INMETRO / MCS / UKCA
CEC listed (US California) / FSEC (US Florida)
UL 61730 / IEC 61701 / IEC 62716 / IEC 60068-2-68
Take-e-way



* The specific certificates applicable to different module types and markets will vary, and therefore not all of the certifications listed herein will simultaneously apply to the products you order or use. Please contact your local Canadian Solar sales representative to confirm the specific certificates available for your Product and applicable in the regions in which the products will be used.

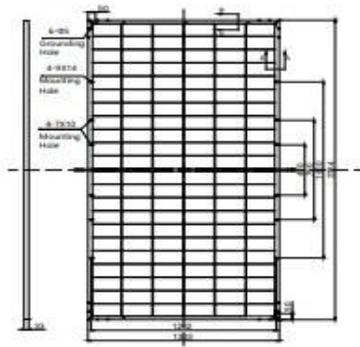
CSI Solar Co., Ltd. is committed to providing high quality solar photovoltaic modules, solar energy and battery storage solutions to customers. The company was recognized as the No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in the IHS Module Customer Insight Survey. Over the past 22 years, it has successfully delivered over 88 GW of premium-quality solar modules across the world.

CSI Solar Co., Ltd.

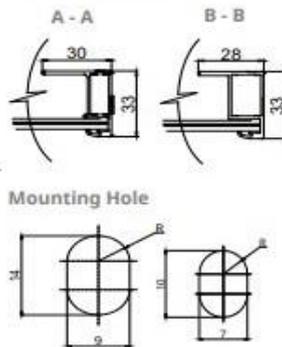
199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)

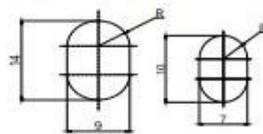
Rear View



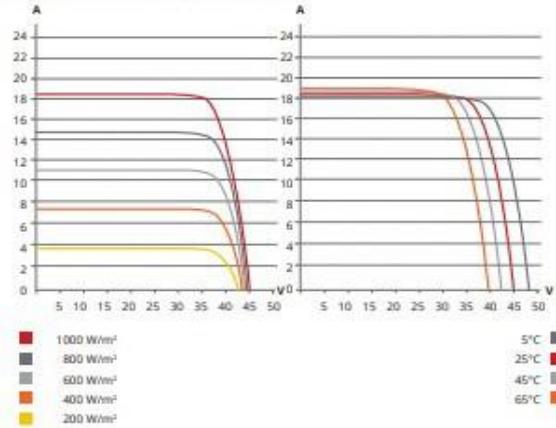
Frame Cross Section



Mounting Hole



CS7N-650MB-AG / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
CS7N-640MB-AG	640 W	37.5 V	17.07 A	44.6 V	18.31 A	20.6%
Bifacial Gain**	5%	672 W	37.5 V	17.92 A	44.6 V	21.6%
	10%	704 W	37.5 V	18.78 A	44.6 V	22.7%
	20%	768 W	37.5 V	20.48 A	44.6 V	24.7%
CS7N-645MB-AG	645 W	37.7 V	17.11 A	44.8 V	18.35 A	20.8%
Bifacial Gain**	5%	677 W	37.7 V	17.97 A	44.8 V	21.8%
	10%	710 W	37.7 V	18.84 A	44.8 V	22.9%
	20%	774 W	37.7 V	20.53 A	44.8 V	24.9%
CS7N-650MB-AG	650 W	37.9 V	17.16 A	45.0 V	18.39 A	20.9%
Bifacial Gain**	5%	683 W	37.9 V	18.03 A	45.0 V	22.0%
	10%	715 W	37.9 V	18.88 A	45.0 V	23.0%
	20%	780 W	37.9 V	20.59 A	45.0 V	25.1%
CS7N-655MB-AG	655 W	38.1 V	17.20 A	45.2 V	18.43 A	21.1%
Bifacial Gain**	5%	688 W	38.1 V	18.06 A	45.2 V	22.1%
	10%	721 W	38.1 V	18.93 A	45.2 V	23.2%
	20%	786 W	38.1 V	20.64 A	45.2 V	25.3%
CS7N-660MB-AG	660 W	38.3 V	17.24 A	45.4 V	18.47 A	21.2%
Bifacial Gain**	5%	693 W	38.3 V	18.10 A	45.4 V	22.3%
	10%	726 W	38.3 V	18.96 A	45.4 V	23.4%
	20%	792 W	38.3 V	20.69 A	45.4 V	25.5%
CS7N-665MB-AG	665 W	38.5 V	17.28 A	45.6 V	18.51 A	21.4%
Bifacial Gain**	5%	698 W	38.5 V	18.14 A	45.6 V	22.5%
	10%	732 W	38.5 V	19.02 A	45.6 V	23.6%
	20%	798 W	38.5 V	20.74 A	45.6 V	25.7%
CS7N-670MB-AG	670 W	38.7 V	17.32 A	45.8 V	18.55 A	21.6%
Bifacial Gain**	5%	704 W	38.7 V	18.20 A	45.8 V	22.7%
	10%	737 W	38.7 V	19.05 A	45.8 V	23.7%
	20%	804 W	38.7 V	20.78 A	45.8 V	25.9%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC/UL) or 1000 V (IEC/UL)
Module Fire Performance	TYPE 29 (UL 61730) or CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	35 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ +10 W
Power Bifaciality*	70 %

* Power Bifaciality = $P_{max_{back}} / P_{max_{front}}$, both $P_{max_{back}}$ and $P_{max_{front}}$ are tested under STC, Bifaciality Tolerance: ± 5 %

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. CSI Solar Co., Ltd. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CSI Solar Co., Ltd.

199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

ELECTRICAL DATA | NMOT*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
CS7N-640MB-AG	480 W	35.2 V	13.64 A	42.2 V	14.77 A
CS7N-645MB-AG	484 W	35.3 V	13.72 A	42.3 V	14.80 A
CS7N-650MB-AG	487 W	35.5 V	13.74 A	42.5 V	14.83 A
CS7N-655MB-AG	491 W	35.7 V	13.76 A	42.7 V	14.86 A
CS7N-660MB-AG	495 W	35.9 V	13.79 A	42.9 V	14.89 A
CS7N-665MB-AG	499 W	36.1 V	13.83 A	43.1 V	14.93 A
CS7N-670MB-AG	502 W	36.3 V	13.85 A	43.3 V	14.96 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 x 1303 x 33 mm (93.9 x 51.3 x 1.30 in)
Weight	37.8 kg (83.3 lbs)
Front Glass	2.0 mm heat strengthened glass with anti-reflective coating
Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4.0 mm ² (IEC), 10 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	410 mm (16.1 in) (+) / 250 mm (9.8 in) (-) or customized length*
Connector	T6 or MC4-EVO2 or MC4-EVO2A
Per Pallet	33 pieces
Per Container (40' HQ)	594 pieces or 495 pieces (only for US & Canada)

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

PARTNER SECTION



Deutsche
Qualität
Garantiert



144

HALF
CELLS

166
mm

CELL
SIZE



LID
RESISTANT



PID
RESISTANT



SALT CORROSION
RESISTANT



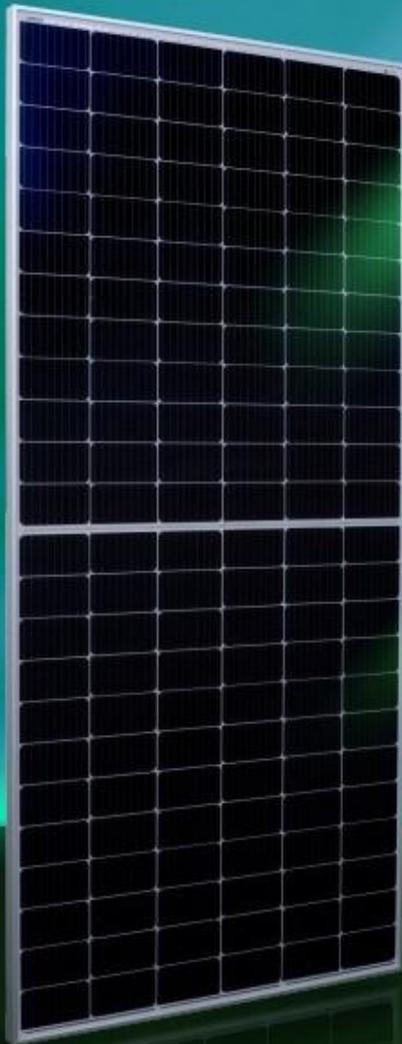
SAND
RESISTANT



NH₃
RESISTANT



HIGHLY STABLE
AND TOUGH



AURORA

HIGH ENERGY YIELD
RELIABILITY
DURABILITY

30

years
Performance
Guarantee

15

years
Product
Warranty

MONO-CRYSTALLINE PV MODULES
HALF-CUT CELLS • MONO-FACIAL

440W-450W

AE MC-144 Series

Mechanical and design specification

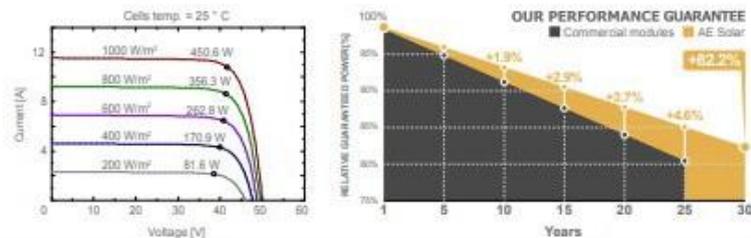
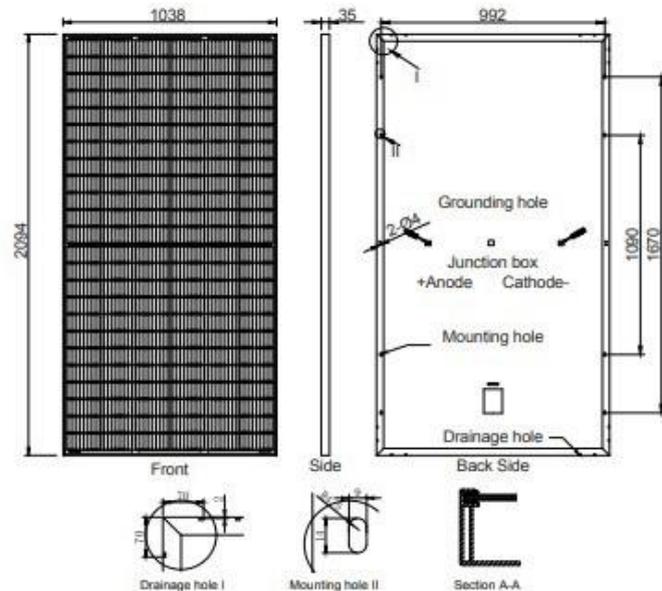
Cell type	Gallium-doped Mono c-Si PERC, Half-cut cells, 166 mm
No. of cells	144
Glass	3.2 mm, high transmission, AR coated, tempered
Encapsulation	EVA
Back cover	White backsheet
Junction box	IP 68 rated
Frame	35 mm anodized Aluminium alloy
Cable	1 x 4 mm ² , 350 mm length or customized
Connectors	MC 4 / MC 4 compatible
Dimension	2094 mm x 1038 mm x 35 mm
Weight	23 kg
Hail resistance	Max. Ø 25 mm at 23 m/s
Wind load	2400 Pa/ 244 kg/ m ²
Mechanical load	5400 Pa/ 550 kg/ m ²

Packaging information

Packaging configuration	64 pcs / double pallet
Loading capacity	704 pcs / 40 HQ
Size / Pallet	2125 mm x 1140 mm x 2415 mm
Weight	1596 kg / double pallets

Temperature ratings

Operating temperature (°C)	-40 to +85
Temp.coefficient of P _{max} (%/°C)	-0.37
Temp.coefficient of V _{oc} (%/°C)	-0.286
Temp.coefficient of I _{sc} (%/°C)	0.057
Norm. operating temp. NOCT (°C)	45 ± 2



Electrical specifications (STC*):		AE440MC-144	AE445MC-144	AE450MC-144
Nominal Max. Power	P _{max} (Wp)	440	445	450
Maximum operating voltage	V _{MPP} (V)	41.0	41.2	41.4
Maximum operating current	I _{MPP} (A)	10.74	10.80	10.87
Open-circuit voltage	V _{oc} (V)	49.60	49.80	50.0
Short-circuit current	I _{sc} (A)	11.33	11.46	11.54
Module efficiency	η (%)	20.24	20.47	20.70
Power tolerance	(W)		0~+5	
Maximum system Voltage	(V)		1500	
Maximum series fuse rating	(A)		20	

*STC: Standard test conditions (Irradiance 1000 W/m², Cell temperature 25°C and air mass of AM1.5)

Electrical specifications (NMOT*):		AE440MC-144	AE445MC-144	AE450MC-144
Nominal Max. Power	P _{max} (Wp)	332	335	339
Maximum operating voltage	V _{MPP} (V)	38.60	38.80	39.00
Maximum operating current	I _{MPP} (A)	8.59	8.64	8.70
Open-circuit voltage	V _{oc} (V)	46.70	46.90	47.10
Short-circuit current	I _{sc} (A)	9.06	9.16	9.23

*NMOT: Normal Module Operating Temperature (Irradiance 800 W/m², Ambient temperature 20°C, air mass of AM1.5 and wind speed of 1 m/s)

The specifications and characteristics contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the product developments and uncertainty of measurement devices. The specifications included in the datasheet are subject to change without prior notice.



BACKSHEET MONOCRYSTALLINE MODULE

PRODUCT: TSM-DE21

POWER RANGE: 650 -670W

670W

MAXIMUM POWER OUTPUT

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

21.6%

MAXIMUM EFFICIENCY



High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation;
- Designed for compatibility with existing mainstream system components



High power up to 670W

- Up to 21.6% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



High reliability

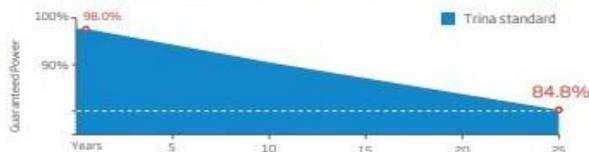
- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature

Trina Solar's Backsheet Performance Warranty

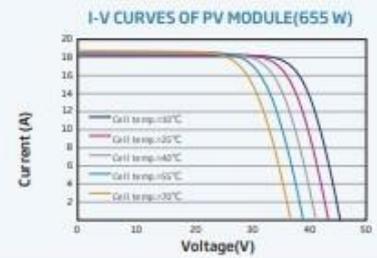
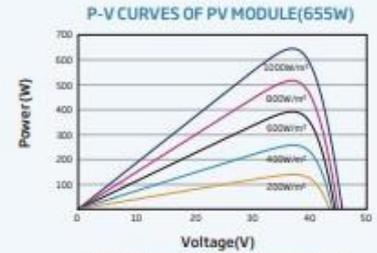
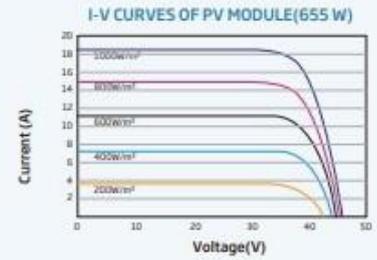
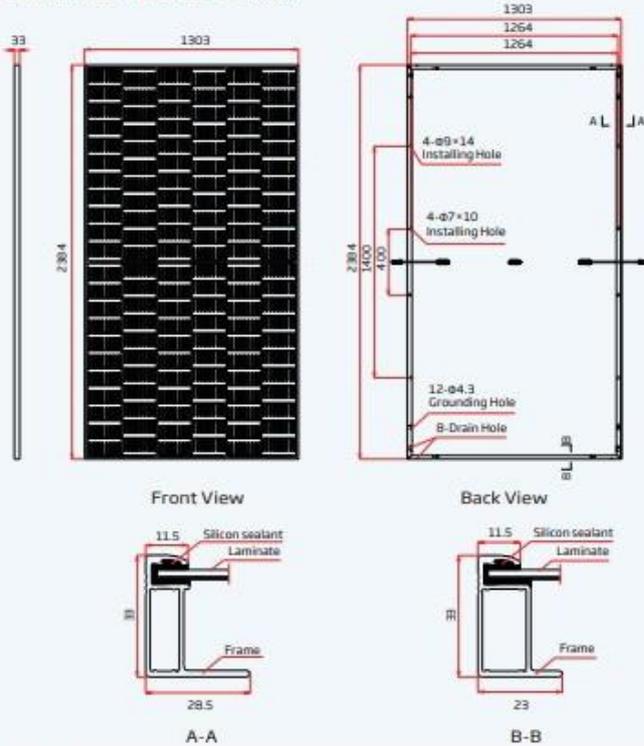


Comprehensive Products and System Certificates



IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
 ISO 9001: Quality Management System
 ISO 14001: Environmental Management System
 ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
 ISO45001: Occupational Health and Safety Management System



DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)

ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- P_{MAX} (Wp)*	650	655	660	665	670
Power Tolerance- P_{MAX} (W)			0 ~ +5		
Maximum Power Voltage- V_{MP} (V)	37.4	37.6	37.8	38.0	38.2
Maximum Power Current- I_{MP} (A)	17.39	17.43	17.47	17.51	17.55
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	18.44	18.48	18.53	18.57	18.62
Module Efficiency, η_m (%)	20.9	21.1	21.2	21.4	21.6

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. *Measuring tolerance: $\pm 3\%$

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power- P_{MAX} (Wp)	492	496	500	504	508
Maximum Power Voltage- V_{MP} (V)	34.9	35.1	35.3	35.4	35.6
Maximum Power Current- I_{MP} (A)	14.09	14.13	14.17	14.22	14.26
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	42.7	42.9	43.0	43.2	43.4
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	14.86	14.89	14.93	14.96	15.01

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384×1303×33 mm (93.86×51.30×1.30 inches)
Weight	33.3 kg (73.4 lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA
Backsheet	White
Frame	33mm(1.30 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: 350/280 mm(13.78/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EVO2 / T54*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C ($\pm 2^\circ\text{C}$)
Temperature Coefficient of P_{MAX}	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of V_{OC}	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of I_{SC}	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	30A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty
2% first year degradation
0.55% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 33 pieces
Modules per 40' container: 594 pieces



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, JIMENEZ ZULOETA WILSON ALEJANDRO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Diseño de una Central Fotovoltaica para Cubrir la Demanda Energética del Centro Poblado La Ramada Nueva, Distrito de Llama, Chota, Cajamarca", cuyo autor es NAVARRO CHAVEZ JOSE NICOLAS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 21 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JIMENEZ ZULOETA WILSON ALEJANDRO DNI: 16698212 ORCID: 0000-0001-7030-6345	Firmado electrónicamente por: WIJIMENEZZU el 21- 07-2023 21:04:49

Código documento Trilce: TRI - 0607182