



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AMBIENTAL**

Aprovechamiento de la energía solar para el acceso universal a la energía eléctrica en la Región Huancavelica, Perú

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniera Ambiental

**AUTORAS:**

Chambi Mamani, Liz Karin (orcid.org/0000-0002-3119-574X)  
Salas Cabrera, Maribel Soledad (orcid.org/0000-0002-6862-0228)

**ASESOR:**

Mgtr. Tello Zevallos, Wilfredo (orcid.org/0000-0002-8659-1715)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

Le dedico este trabajo a mis padres como también a mi asesor ya que con su constancia y paciencia en este trabajo no lo hubiese logrado sin su ayuda. Usted formó parte importante de esta historia académica con sus aportes profesionales, también agradecer a mis padres ya que siempre me impulsaron a seguir con mis sueños y esperanzas, que estuvieron apoyándome en todo.

Hoy cuando concluyo este gran paso profesionalmente les dedico este logro amados padres, como una meta más conquistada. Gracias por estar a mi lado en este momento y por creer en mí.

**Chambi Mamani, Liz Karin**

Le dedicamos este trabajo a mis padres como también al asesor ya que con su constancia y paciencia en este trabajo no lo hubiese logrado. Usted formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales también agradecer a mis padres ya que siempre me impulsaron a seguir con nuestros sueños y esperanzas, que estuvieron apoyándome en los momentos malos y buenos.

Hoy cuando concluyo este gran paso profesionalmente les dedico este logro a mis amados padres, como una meta más conquistada. Gracias por estar a mi lado en este momento y por creer en mí.

Le dedico también a mi hermano Alex Salas Cabrera por su insistencia y el gran apoyo que me dio durante mi tesis y el gran ejemplo que es para mí.

**Salas Cabrera, Maribel Soledad**

## **AGRADECIMIENTO**

La Universidad me brindó la bienvenida al mundo para realizar una meta, de igual manera agradecer a quien ha forjado nuestro camino y nos ha dirigido por el sendero correcto, a Dios, quien siempre ha estado presente; también agradecer a mis queridos padres Pedro Chambi Sejje y Evilia Mamani Paredes que sus esfuerzos impresionantes y su amor fueron fundamentalmente para la culminación de mi tesis, de verdad tengo mucho que agradecerles.

**Chambi Mamani, Liz Karin**

La Universidad me dio la bienvenida al mundo, como tal las oportunidades que me brindaron son incomparables, de igual manera agradecer a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios, quien siempre ha estado presente y a esas personas especiales que sus esfuerzos son impresionantes y su amor para mi es invaluable, mis padres. Soledad Cabrera Nina y Oreste Salas Merma, que me proporcionaron todo y cada cosa que he necesitado su ayuda fue fundamental para la culminación de mi tesis, de verdad tengo mucho que agradecerles.

**Salas Cabrera, Maribel Soledad**

## 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.....	01
II. MARCO TEÓRICO .....	08
III. METODOLOGÍA .....	32
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	32
3.2. Consistencia de investigación .....	33
3.3. Escenario de estudio .....	35
3.4. Participantes .....	35
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	35
3.6. Procedimientos .....	36
3.7. Rigor científico .....	36
3.8. Método de análisis de información .....	37
3.9. Aspectos éticos.....	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	38
V. CONCLUSIONES .....	58
VI. RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS.....	60
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Diagrama comparativo entre tipo de celda solar y eficiencia alcanzada. ....	16
Tabla 2	Consumo de energía per cápita, emisiones per cápita e índice de desarrollo humano de los países incluidos en el análisis .....	26
Tabla 3	Matriz de consistencia .....	33
Tabla 4	Características generales del sistema fotovoltaico y del medio .....	38
Tabla 5	Irradiación global media del departamento de Huancavelica .....	39
Tabla 6	Ranking de distritos ordenados jerárquicamente por pobreza. ....	44
Tabla 7	Requerimiento del usuario/vivienda típica rural.....	49
Tabla 8	Número y capacidad del panel solar .....	49
Tabla 9	Determinación de número de paneles por demanda.....	52
Tabla 10	Factor de cobertura del proyecto: Huancavelica -Huaytará .....	53
Tabla 11	Factores para cálculo de capacidad de baterías. ....	54
Tabla 12	Cálculo de capacidad de baterías. ....	54
Tabla 13	Especificaciones técnicas de conductores .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Esquema del efecto fotovoltaico.....	15
Figura 2	Clasificación de aplicaciones fotovoltaicas.....	18
Figura 3	Componentes de un sistema fotovoltaico aislado. ....	21
Figura 4	Relación entre consumo de energía per cápita e índice de desarrollo humano.....	24
Figura 5	Uso de combustibles que utilizan los hogares para cocinar .....	28
Figura 6	Uso de combustibles que utilizan los hogares para cocinar, por regiones .....	29
Figura 7	Potencial energético solar fotovoltaico en Huaytará.....	39
Figura 8	Mapa solar de la región Huancavelica .....	40
Figura 9	Viviendas particulares con ocupantes presentes, por material predominante en las paredes exteriores, según vivienda .....	41
Figura 10	Viviendas particulares con ocupantes presentes, por material predominante en los pisos, según vivienda.....	42
Figura 11	Viviendas particulares con ocupantes presentes, por disponibilidad de alumbrado eléctrico, según vivienda.....	42
Figura 12	Viviendas particulares con ocupantes presentes, por disponibilidad de alumbrado eléctrico, según población .....	43
Figura 13	Redes de media y alta tensión existentes en la región Huancavelica.....	45
Figura 14	Redes de media y alta tensión existentes, en ejecución y en proyecto en la región Huancavelica.....	46
Figura 15	Centros poblados en la región Huancavelica .....	47
Figura 16	Centros poblados en la región Huancavelica .....	48

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio es determinar si la energía fotoeléctrica es una alternativa sostenible para Mejorar el Acceso a la Energía en la Región de Huancavelica, Perú, 2022 especialmente en la zona rural y de menor acceso a la energía eléctrica que es entendida como una Necesidad Básica Insatisfecha en un gran porcentaje de la población, que requiere que se atienda, pese a que Huancavelica tiene una de las centrales hidroeléctricas más importantes del Perú, por ello se ha iniciado realizando un análisis documentario, el mismo que luego se complementa con la revisión bibliográfica y con ello se determina todo el proceso de recopilación de datos que se procesa y se calcula para poder proponer lo que requiere Huancavelica, y con ello poder alcanzar la información que se hace necesaria para poder determinar el financiamiento y posibilidad de implementación que se tiene en el proceso, todo este estudio concluye con el cálculo de todas las necesidades cumpliendo con ello para poder atender a esa postergada necesidad de acceso universal a la energía eléctrica, esta propuesta es ayuda fundamental para emprender los proyectos de implementación de energía fotovoltaica en el territorio nacional.

**Palabras Clave:** Energía alternativa, Energía sustentable, Energía fotovoltaica.

## **ABSTRACT**

The objective of this study is to determine if photoelectric energy is a sustainable alternative to Improve Access to Energy in the Region of Huancavelica, Peru, 2022 especially in the rural area and less access to electricity that is understood as an Unsatisfied Basic Need in a large percentage of the population, which requires to be addressed, despite the fact that Huancavelica has one of the most important hydroelectric power plants in Peru, so it has begun by conducting a documentary analysis, The same that is then complemented with the literature review and thus determines the entire process of data collection that is processed and calculated to propose what Huancavelica requires, and thus to reach the information that is necessary to determine the funding and the possibility of implementation that is in the process, this entire study concludes with the calculation of all the needs to meet it to meet this delayed need for universal access to electricity, this proposal is essential help to undertake the implementation projects of photovoltaic energy in the national territory.

**Keywords:** Alternative energy, Sustainable energy, Photovoltaic energy

## I. INTRODUCCIÓN

El propósito de este estudio fue describir la investigación que condujo al desarrollo de un proyecto que utiliza energía solar para acceder a energía eléctrica en la región de Huancavelica, el cual se nutre de una revisión bibliográfica. Posibilidad de ver la bibliografía sobre el tema, todo en qué sentido el uso de la energía solar, la conversión de electricidad y el acceso a la electricidad para estas personas extremadamente pobres, el uso de la energía solar, también con referencia a las últimas investigaciones de experiencias anteriores y situaciones similares relacionadas, y por lo tanto el acceso a toda la energía en la región de Huancavelica.

Elegir Huancavelica, es elegir a las personas que pertenecen a los de mayor pobreza en el Perú, ya que la población pobre en Huancavelica bordea el 57% con extrema pobreza, se puede decir que el 82% de la población es pobre en algún nivel en esa región y no tienen acceso a fuentes de energía, salvo artesanales o precarias, principalmente la leña, el GLP y otros como la energía eléctrica que no es suficiente, sobre todo en las zonas rurales.

El Plan de Acceso Universal a la Energía 2013-2022, que se ha prorrogado hasta 2024 y ha ampliado los beneficiarios, se utiliza en ausencia de acceso a fuentes de energía eléctrica convencionales. Prioriza el uso de energías alternativas, como la energía de los sistemas fotovoltaicos rurales, para necesidades básicas específicas, como salud y educación, además de la factibilidad técnica de su uso y la viabilidad financiera de la implementación.

Teniendo en cuenta la capacidad, disponibilidad y uso del recurso energético, el trabajo actual también tiene como objetivo evaluar la viabilidad (técnica, económica y social) del uso de la energía solar o fotovoltaica como tecnología madura para apoyar el acceso universal a la energía una región del país.

En la Cumbre de Copenhague (2009) se creó un Grupo Consultivo de Alto Nivel con el objetivo de ofrecer orientación sobre temas relacionados con la energía y el cambio climático. En el informe "Energía para un Futuro Sostenible" publicado por el mencionado grupo en abril de 2010, se identificaron las siguientes dos grandes prioridades en relación con el campo energético mundial:

- A. Disponibilidad de energía para todos.
- B. La mejora en la eficiencia energética.

El Plan Global de Acceso a la Energía 2013-2022 fue autorizado por Resolución Ministerial N° 203-2013-MEM, de acuerdo con la resolución del 28 de diciembre de 2016, y N° 558-2016-MEM/DM, tener acceso a la energía tiene dos propósitos.

- A. La iluminación, las comunicaciones y otros servicios públicos tienen acceso total a la electricidad.
- B. El acceso a cocinas mejoradas, gas natural, GLP, biogás (producido por biodegradadores) y otros combustibles y tecnologías para alimentación y calefacción está 100% garantizado.

Sin embargo, el departamento regulatorio designado reconoce que existen diferentes procesos para acceder a la energía en el Perú, entre ellos:

- A. Distancia y acceso insuficiente.
- B. Reducir el costo unitario.
- C. El poder adquisitivo es bajo.
- D. Falta de infraestructura vial.

Para el desarrollo de proyectos con acceso a energía global, todos generan ganancias modestas; sin embargo, debido a que esto está oculto al público, requieren el apoyo y la participación activa del gobierno.

Informes de pobreza como el Plan Global de Acceso a la Energía 2013-2022 confirman que es fundamental ampliar las fronteras energéticas con programas de mejora de la energía, incluidos los sistemas fotovoltaicos rurales y las necesidades especiales de las personas (salud, educación, etc.), la eficiencia técnica y el impacto económico del uso de la energía.

En consecuencia, se eligió la región de Huancavelica por ser una de las menos desarrolladas del país y por tener las dos regiones más pobres y desfavorecidas en cuanto a diversidad socioeconómica, según el FISE, a saber, Huanza y Pilpichaca, esta última con serias carencias en la prestación de servicios energéticos.

Por lo tanto, dadas las limitaciones generales de acceso a la energía en las zonas rurales de Huancavelica, es importante evaluar los beneficios sanitarios y económicos del uso de sistemas fotovoltaicos en la región de Huancavelica para promover el acceso de toda la energía.

Por otro lado, hay que considerar que los paneles fotovoltaicos producen energía gratis –sin necesidad de inversión-, se pueden instalar fácilmente en cualquier hogar, se apoyan en redes de media o baja potencia, nunca se apagan, no producen gases contaminantes, ruido o basura, y son fácilmente adaptables a cualquier tipo de edificación.

En este sentido, vale la pena ver cuando se plantea el necesario poder de una población educada, técnica y económica que constituya una posible alternativa de potencia mundial en la provincia de Huancavelica.

La consulta principal es: ¿Cómo es la Energía Fotovoltaica una Alternativa Sostenible para Mejorar el Acceso a la Energía en la Región de Huancavelica, Perú, 2022?

- A. ¿Cuál es el potencial de generación de energía fotovoltaica en la región de Huancavelica, Perú, y cuáles son las tecnologías más adecuadas para aprovecharlo de manera sostenible y efectiva en el largo plazo?
- B. ¿Cuál es el nivel de demanda energética en los sectores de pobreza de la región Huancavelica, Perú, 2022?

Para promover el acceso universal a la energía en la región de Huancavelica en Perú al 2022, el objetivo general fue determinar si la energía fotoeléctrica es una alternativa sostenible para Mejorar el Acceso a la Energía en la Región de Huancavelica, Perú, 2022.

- A. Evaluación del potencial de energía fotovoltaica en la provincia peruana de Huancavelica, 2022.
- B. Determinar el nivel de demanda energética en los sectores de pobreza de la región Huancavelica, Perú para el año 2022.

Sin tomar como punto de partida la idea de pobreza eléctrica, este estudio fue motivado por la necesidad de vincular el grado de pobreza y el acceso a la energía. Si bien las familias pobres no están necesariamente más expuestas a los costos de la energía, también es más probable que estén socialmente excluidas o formen parte de la fuerza laboral. Sin embargo, en Perú este hecho no nos sorprende, es aún peor por diversas razones que reducen la disponibilidad de energía junto con la falta de recursos, tales como problemas geográficos (lejanía e inaccesibilidad), reducción del uso de unidades y falta de energía en infraestructura vial.

De manera similar, existen zonas que se encuentran en un estado de extrema subdesarrollo y falta de acceso a la energía, como la región de Huancavelica en nuestra nación, que se encuentra entre las zonas que utilizan frecuentemente la madera como fuente de energía. Lo cual, contrasta con el hecho de que sea precisamente Huancavelica, la región que posee la central hidroeléctrica del Mantaro.

Sin embargo, en el pasado se implementaron muchos proyectos de electrificación rural para expandir las redes existentes; sin embargo, esto significa un alto costo que dificulta la inversión, especialmente porque estos sectores se caracterizan por la falta de acceso, falta de demanda y falta de financiamiento.

Sin embargo, se ha introducido un nuevo enfoque para electrificar áreas rurales basado en soluciones aisladas de la red o pequeños conjuntos locales independientes de la red de distribución, ya que pueden ser más o menos económicos si se usan solos o con la ayuda del gobierno. En consecuencia, se presta poca atención a este tipo de electricidad, por lo que se dice que se debe prestar atención a su desarrollo.

En esta línea, como alternativa a la energía solar o fotovoltaica, las pequeñas redes pueden solucionar estos problemas, utilizando otras energías para solucionar algunos problemas de estas zonas y reducir los efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud, como la deforestación y la producción de gases de efecto invernadero en las zonas rurales.

Es importante que las zonas rurales de la región de Huancavelica, en especial las regiones que no tienen acceso a la red de distribución por dificultades de transporte o razones económicas, tienen diversos obstáculos que no solo reducen su desarrollo. pero también fortalecen su nivel de pobreza. De esta forma, el uso de la energía fotovoltaica se presenta como una opción tecnológica eficaz, respetuosa con el medio ambiente, que puede garantizar a la población de las zonas apartadas de Huancavelica el acceso a la energía para satisfacerlos. Sus necesidades son importantes.

Sin embargo, la disponibilidad de grandes cantidades de electricidad afecta su calidad de vida:

- A. Iluminar la casa significa cambiar el estilo de vida de la familia, ahorrar dinero para la familia porque la electricidad es más barata que otras formas de energía.
- B. Esto es para reducir el aislamiento de la población, darles la oportunidad de ver los medios de comunicación masivos (radio, televisión) y llevar los programas de radio a los lugares más cercanos, etc.
- C. Afecta la salud de los miembros de la familia al proporcionar una calefacción adecuada, especialmente en los meses de invierno que vivimos en el campo.
- D. Repercute positivamente en la educación, brindándole la posibilidad a niños y jóvenes para aprovechar las horas de la noche para complementar sus tareas escolares.
- E. Asimismo, la posibilidad de acceder a un suministro eléctrico, facilita las labores diarias del hogar.
- F. En comunidades con acceso limitado a combustibles fósiles convencionales, el suministro de energía eléctrica también es necesario para el bombeo y potabilización del agua.
- G. Además, beneficia al medio ambiente porque la energía fotovoltaica es una fuente de energía no contaminante (energía renovable), reemplazando otros métodos de producción de energía como la leña, el estiércol de vaca y los generadores diesel, lo que se traduce en una disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

En este sentido, y dentro del marco de los acuerdos internacionales suscritos y de la normativa vigente al respecto, el acceso universal a la energía es un derecho de la población y debe ser garantizado; esto es especialmente crucial a la luz del hecho de que, como indica la investigación actual, existen las herramientas y la tecnología para hacerlo posible.

El estudio tiene algunas limitaciones, como las barreras de información, donde actualmente existe una falta de comprensión sobre este tipo de proyectos y sus beneficios potenciales, lo que hace que se los vea como proyectos de alto riesgo, debido a los altos costos de puesta en marcha de

los proyectos en comparación con otras fuentes de energía convencionales, lo que reduce la viabilidad de las fuentes de energía renovables para la electrificación rural y, lo que es peor, pone en peligro la realización de este tipo de proyectos. Para diseñar, instalar y, lo más importante, operar y mantener proyectos, es necesario considerar factores tecnológicos que no siempre están disponibles, particularmente en las zonas rurales. Por ello, se requiere una adecuada planificación en este sentido, además de superar las barreras tecnológicas.

## II. MARCO TEÓRICO

Según algunos, la protección del medio ambiente y los recursos naturales es crucial hoy en día, y esto se refleja en las políticas adoptadas por varias empresas, algunas de las cuales son conocidas y tienen calificaciones promedio; Por ello, se ha realizado un estudio de investigación sobre el funcionamiento del SEM y los factores que lo impiden, en nuestro país o en otros países, como sigue:

Pons Valdivia, B.G. y Ramos Mendoza, V, G. (2021). "Mejorando el rendimiento de un sistema solar fotovoltaico autónomo para viviendas remotas en zonas rurales de Perú". Facultad del departamento de ingeniería. Universidad Tecnológica del Perú. Su objetivo era "aumentar la eficiencia de un sistema solar fotovoltaico autónomo utilizado para familias rurales en zonas remotas de Perú en 2020". En una estación simulada donde se recopilan datos solares, la tesis se pone a prueba en la sección de laboratorio. A continuación se proporciona un resumen de los hallazgos: Siendo el primer paso el diseño del sistema fotovoltaico autónomo, el mismo que estuvo a prueba durante 3 meses, en la vivienda rural piloto se colocó los equipamientos domésticos usuales; pudiendo comprobar que el sistema es una fuente importante de energía, requiere de una inversión adicional para la fuente de acumulación o almacenamiento de energía, determinando que el proyecto es viable, superando ampliamente al uso de los combustibles fósiles.

Reyes Ángeles, E. C. (2019). "Propuesta de uso de energía solar para el suministro de energía eléctrica y mejora de la eficiencia energética en la Universidad ESAN". Escuela de Ingeniería. Colegio ESAN. Meta: "A partir del 2020 se utilizará energía solar para distribuir energía eléctrica en el Edificio D de la Universidad ESAN, mejorando la eficiencia energética y reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub>". Haciendo uso de análisis documental de la institución y fuentes relacionadas al tema, cuestionarios dirigidos a los miembros de la universidad, monitoreos de los parámetros de uso

energético. De las conclusiones se sintetiza lo siguiente: Se determinó que diariamente se consumen 435,698 kw diarios, para la ubicación de los paneles fotovoltaicos se determinó un área de 300 m<sup>2</sup>, en la planta inferior al techo se colocaron todos los equipos de captación y transformación de energía, logrando que no se emitan 60.4 kg de CO<sub>2</sub> diarios, para que la energía fotovoltaica se utilice de manera efectiva, se deben mejorar los hábitos de los estudiantes y empleados y los equipos universitarios deben activarse automáticamente, esta inversión será recompensada con el ahorro futuro en los próximos 20 años que el equipo pase a mantenimiento, este ahorro significa el 1500% de la inversión inicial, además del sello de huella del carbono en el que la universidad contribuyó por la disminución sustancial de sus emisiones.

Guevara Calderón, B. "Caserío Nuevo Edén - Yambrasbamba - Amazonas - "Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica: "Aprovechamiento de la energía solar para producir electricidad y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>". Universidad Nacional "Pedro Ruz Gallo". Su misión era: "El aprovechamiento de la energía solar para alimentar el pueblo de Nuevo Edén y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>". Se ha empleado Check list y Fichas de observación en las visitas comunitarias, Cuestionario para las entrevistas a pobladores y expertos, y análisis documental. De los resultados se tienen conclusiones que se resumen en lo siguiente: En la comunidad consumen 13,318 watts diarios, se requiere una potencia diaria de 5,09 kw en total, el caserío recibe 3,64 kw por m<sup>2</sup> al día de acuerdo al mapa fotovoltaico de la NASA que expresa el indicado como valor mínimo, para captar la energía solar en el caserío se requieren 16 paneles, que provean de 5,12 kw diarios, el sistema de distribución será de 220 v, dejando de emitir 65 518,39 kg de CO<sub>2</sub>. Determinando la importancia y viabilidad del proyecto.

Pérez Ortega, S. G. (2019). Aplicación de sistemas de energía solar fotovoltaica para uso doméstico en la ciudad de "El Vallecito, Cusco" a nivel técnico, económico y social. Ingeniería Electrónica. Universidad Católica Episcopal del Perú. Tiene por objeto: "Evaluación y aprobación de las

posibilidades técnicas, económicas y sociales de la instalación de un sistema fotovoltaico privado para brindar servicios eléctricos a los habitantes de la ciudad de El Vallecito – Cusco”. Basado en un análisis documental y monitoreo de las condiciones atmosféricas y de irradiación solar, se arribaron a conclusiones que se sintetizan en lo siguiente: Usando el software Matlab y los valores que se registraron, se evaluó la viabilidad del uso de energía fotovoltaica y se logró controlar la radiación solar. Con esta información se determinó que dependiendo del mes se tienen registros de mayor o menor irradiación solar, reduciendo el costo del consumo de energía en un 77 por ciento así como la correspondiente reducción de emisiones de carbono.

Gaitán Moya, D. S. y Vargas Ramírez, E. G. (2019). "Sugerencias para el Uso de Sistemas Fotovoltaicos en Proyectos de Vivienda Atractivos. Estudio de Caso: Alejandría VIII. Mezquita, Kundimarka. Universidad de El Bosque. Su objetivo fue: “Elaborar una propuesta de uso de sistemas de energía fotovoltaica para fortalecer el sector ambiental y el desarrollo tecnológico de proyectos de vivienda (VIS). Caso de estudio: Royal Alexandria VIII. Maskra, Kundinmarka. Para diseñar un proyecto, primero se debe realizar un análisis bibliográfico y cartográfico, luego realizar un estudio de mercado y reunir las herramientas y materiales necesarios para el desarrollo del proyecto. Finalmente, se debe crear una lista de todos los factores que se deben considerar para analizar y calcular el impacto del poder mientras se realiza una observación minuciosa. De las conclusiones se extrae el siguiente resumen: La zona como cualquier lugar del planeta recibe una importante cantidad de rayos solares, entre 3 a 7 kw por m<sup>2</sup> diarios, la implementación reemplaza a la energía convencional en un 49% siendo económicamente viable ya que reduce la huella del carbono, reduce el IVA y fomenta empleo eventual y permanente.

Méndez Díaz, J. F. (2018). “Para reducir el uso de energía eléctrica para la iluminación de espacios públicos en México, se está desarrollando un sistema de iluminación solar. La Universidad Rovira I Virgilio es una reconocida institución autónoma de estudios superiores en Puebla. Su

objetivo era: “Desarrollar e implementar un modelo tecnológico innovador adecuado que permita la creación de inversores bidireccionales, aumentando la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos utilizando energías renovables. Para transferir y utilizar esta tecnología en el campo de los sistemas de iluminación, primero debe demostrar a los demás las ventajas de este cambio en función de la investigación que se ha realizado”. El estudio consistió en el análisis documental, el diseño del proyecto a implementar, el estudio de costeo y el monitoreo de eficiencia energética, empleando diferentes instrumentos, entre cuestionarios, fichas de observación, lista de chequeo y entrevistas. De los resultados se tuvo conclusiones que se sintetizan en lo siguiente: El estudio por ser doctoral tiene un amplio resumen teórico y un profundo análisis de la problemática, pero cuya finalidad principal fue innovar en el uso de estos equipos, la revisión bibliográfica (a decir de las conclusiones) fue muy amplia, todo el proceso es igual que otras tesis: diagnóstico, diseño, implementación y monitoreo, salvo la amplia investigación bibliográfica, ha quedado demostrado hipotéticamente que la eficiencia de día y de noche se ha corregido mediante la elaboración de una ecuación que se aplicaría a la implementación en sí, de tal forma que el aprovechamiento energético es significativo.

Cuesta Ledesma, J. (2021). “Diseño de solución de energía fotovoltaica para viviendas indígenas del Vaupes”. Facultad de Ingenierías. Universidad de La Costa. Cuyo objetivo fue: Diseño de un sistema solar fotovoltaico para autoelectricidad en edificios residenciales en la región del Vaupés. En este caso se ha realizado un análisis y diagnóstico de las condiciones generales, luego un diseño, estudio técnico de factibilidad y en función a ello se determinó la viabilidad y factibilidad del proyecto. En función a las conclusiones se resume lo siguiente: Se ha realizado un estudio para luego en base a cálculos matemáticos, se establecen la necesidad de la carga por vivienda, costos de instalación, distribución y utilización, a partir de ello se tiene la factibilidad y se justifica su implementación como necesario para bienestar de las zonas rurales.

Nos referimos al poder en la materia, el poder que expresa la habilidad de hacer trabajo, la habilidad que se encuentra en la transformación de la naturaleza.

La energía puede transformarse en otras formas, lo que hace de varias maneras. La energía mecánica, eléctrica, electromagnética, química, atómica y térmica son los diferentes tipos.

Sin embargo, para el desarrollo de la tesis se consideró necesario tomar el aporte energético del Curso a Distancia Virtual y del Manual de Instalación y Mantenimiento de Dispositivos Fotovoltaicos Digitales como se muestra a continuación:

La electricidad, por su naturaleza, varía según las necesidades del usuario. En la siguiente tabla se dan algunos ejemplos.

<b>Primaria</b>	<b>Secundaria</b>	<b>Terciaria</b>	<b>Final</b>
Carbón	Térmica	Eléctrica	Mecánica
Petróleo	GLP		Calor
Gas Natural	Eléctrica		Mecánica
Hidroenergía			
Nuclear			
Biomasa			
Solar Directa			
Eólica			
Mareomotriz			
Geotérmica			

Por su duración relativa.

<b>Renovables</b>	<b>No renovables</b>
Hidráulica	Carbón
Biomasa	Petróleo
Solar directa	Gas Natural
Eólica	Nuclear
Mareomotriz	
Geotérmica	

Tasa "renovable" se refiere al uso de energía renovable a una tasa igual o más rápida que la tasa de uso, cambio y/o degradación.

Por otro lado, los términos o reserva se utilizan para estimar la cantidad de energía que se encuentra en los depósitos naturales, o si se trata de "energía NO RESPONSABLE". Si es así, estamos hablando de un fondo de reserva; Por otro lado, la frase se puede usar cuando se habla de "energía reactiva", en cuyo caso hablaremos de flujo.

Por tus hábitos de uso.

<b>Convencional</b>	<b>No convencional</b>
Carbón	Nuclear
Petróleo	Geotérmica
Gas Natural	Solar directa
Biomasa	Biomasa
Hidráulica(*)	Eólica
Mareomotriz	

(\*)Tratándose de grandes instalaciones. Mini y microhidráulica no lo son.

Por su situación económica.

<b>Comerciales</b>	<b>No comerciales</b>
Son todas aquellas energías cuya comercialización está sujeta a leyes y principios de un mercado determinado, estas son: fósil, nuclear, hidroenergía	Por el contrario, alude a las "energías comercializadas" que existen fuera de los principales mercados. Como resultado, tenemos mareomotriz, biomasa, solar, eólica y leña.

Por su ubicación geográfica.

<b>INTERNAS</b>	<b>EXTERNAS</b>
Aquellas energías explotadas dentro de los límites geográficos de un país.	Energías que requiere un país y que no las dispone dentro de su territorio.

Las energías renovables provienen de un sinnúmero de fuentes, especialmente del Sol y la Tierra, por lo que su existencia es independiente de su uso. En consecuencia, crean formas alternativas para lograr la eficiencia energética total, ya que ofrecen soluciones alternativas a las tecnologías tradicionales.

Actualmente estamos buscando fuerzas competitivas en la economía a medida que se desarrolla el panorama de las fuentes de energía renovable.

La energía solar, o energía radiante del Sol creada por fusión nuclear, viaja desde el Sol a la Tierra como islas de energía llamadas fotones (luz) adheridas a la superficie y la atmósfera del planeta.

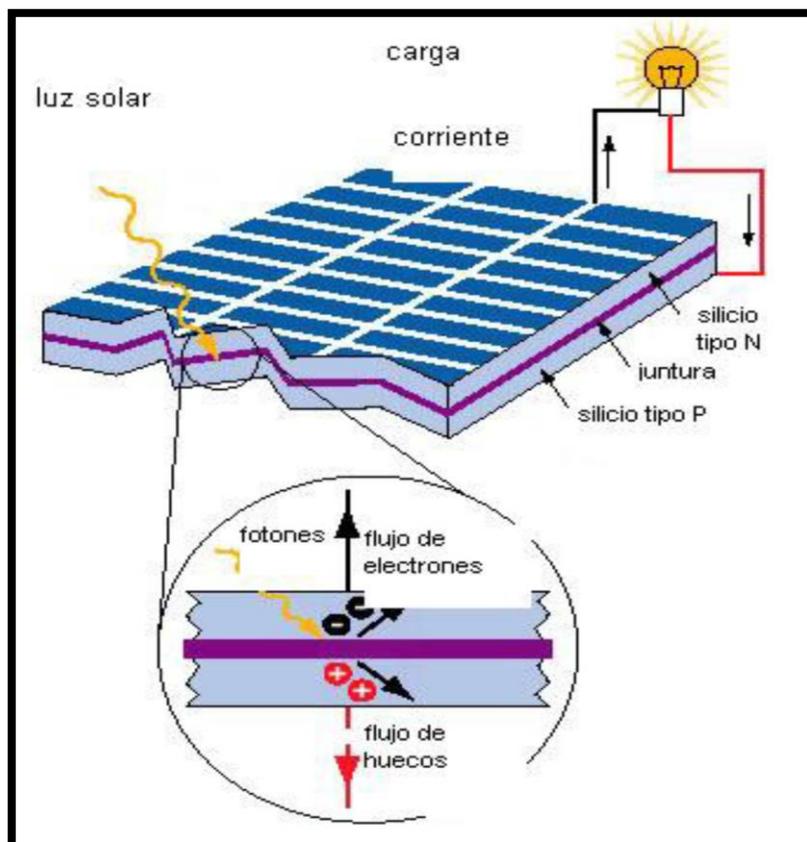
La fuente de energía principal que se puede utilizar en los sistemas eléctricos, que no requieren ninguna otra fuente de energía, o en los sistemas operativos, que sí requieren otras fuentes de energía, generalmente electricidad, es el sol. Actualmente, existen dos formas en que la energía solar se puede transformar en un sistema activo. El primer método consiste en utilizar el sistema solar para producir calor. La energía solar térmica es el nombre de la energía producida. Además, produce electricidad

utilizando una región diferente del espectro electromagnético que proviene de la energía solar. Esta técnica produce energía conocida como energía solar fotovoltaica, que se convierte mediante módulos o paneles solares fotovoltaicos.

El efecto fotoeléctrico ocurre cuando el material de la celda solar (semiconductor) absorbe algunos de los fotones solares.

Una celda solar generalmente consta de dos capas de material semiconductor, una tiene propiedades eléctricas y la otra tiene propiedades negativas. Cuando ocurre el efecto fotoeléctrico, la capa negativa de la celda separa los electrones, y estos electrones fluyen hacia la capa r positiva. Un circuito eléctrico externo que genera electricidad como se muestra en la Figura 1.

**Figura 1: Esquema del efecto fotovoltaico**



**Fuente:** Imanol Yalli, Piriz. “Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú”. (2013).

A diferencia de la corriente que alimenta la celda, la ubicación de la celda y el material utilizado para fabricar el semiconductor determinan el voltaje producido por este proceso, independientemente del tamaño de la celda.

De esta forma, la operación de las celdas solares logra el objetivo de disminuir los costos con los sistemas fotovoltaicos, que son los más costosos de fabricar en todo el sistema. En la Tabla 1 se comparan varios tipos de celdas solares y sus eficiencias mediante un gráfico de comparación.

**Tabla 1: Diagrama comparativo entre tipo de celda solar y eficiencia alcanzada**

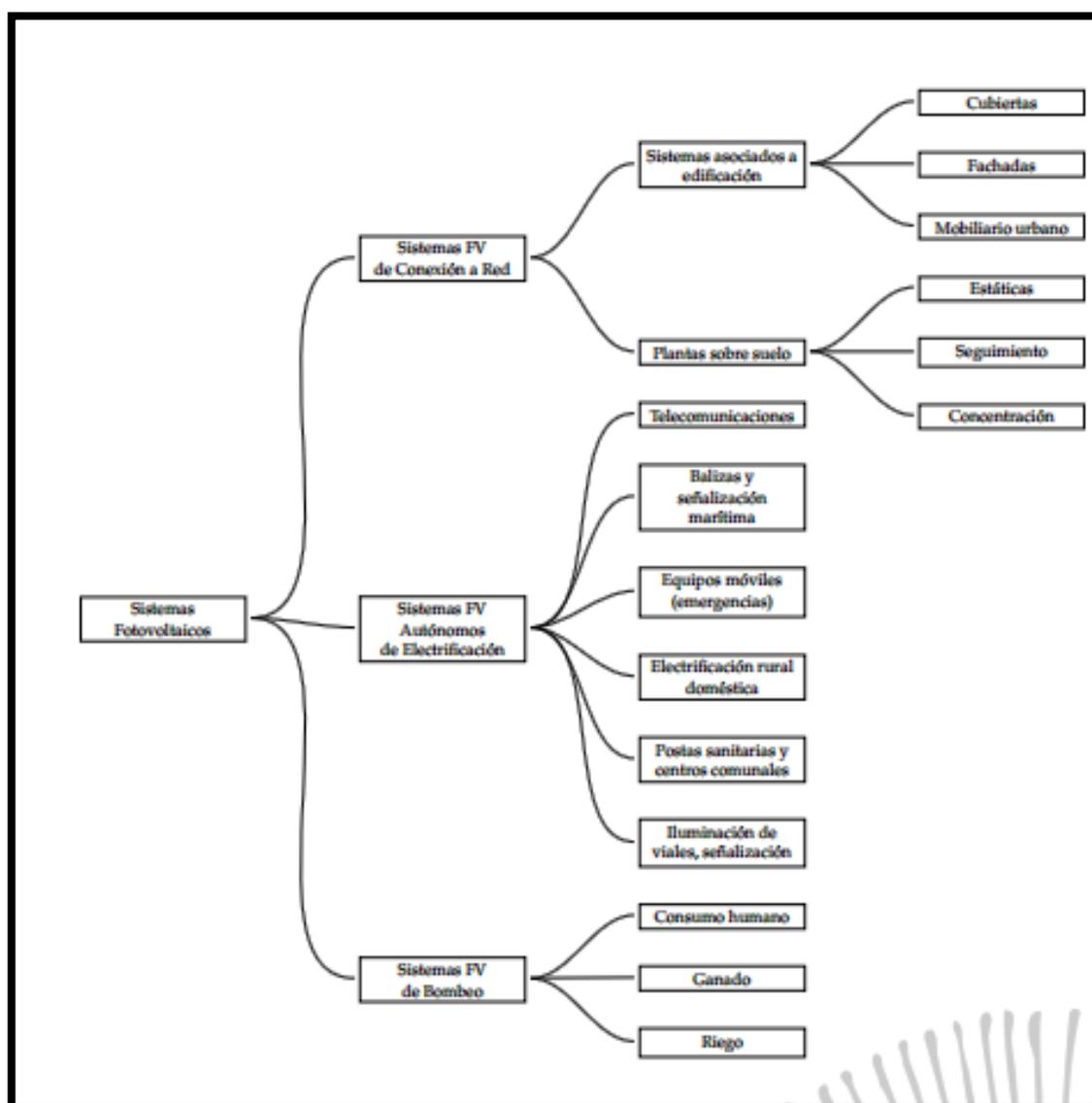
<b>Tecnología</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Características</b>	<b>Eficiencia en laboratorio</b>	<b>Eficiencia en módulos comerciales</b>
<b>Silicio mono cristalino</b>	sc - Si	Tipo oblea	24	(13-15)
<b>Silicio policristalino</b>	mc - Si	Tipo oblea	19	(12-14)
<b>Películas de silicio cristalino sobre cerámica</b>	f - Si	Tipo oblea	17	(8-11)
<b>Películas de silicio cristalino sobre vidrio</b>		Película delgada	9	
<b>Silicio amorfo (incluye tandems silicio-germanio)</b>	a - Si	Película delgada	13	(6-9)
<b>Diseleniuro de cobre - indio/galios</b>	CIGS	Película delgada	18	(8-11)
<b>Telurio de cadmio</b>	CdTe	Película delgada	18	(7-10)

<b>Tecnología</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Características</b>	<b>Eficiencia en laboratorio</b>	<b>Eficiencia en módulos comerciales</b>
<b>Celdas orgánicas (incluye celdas TiO2 sensibles a la humedad)</b>		Película delgada	11	
<b>Celdas tándem de alta eficiencia.</b>	III - V	Tipo oblea y película delgada	30	
<b>Celdas concentradoras de alta eficiencia.</b>	III - V	Tipo oblea y película delgada	33 (tándem) 28 (solo)	

**Fuente:** Imanol Yalli, Piriz. *“Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú”*. (2013).

Ahora bien, los sistemas fotovoltaicos se han clasificado de diversas formas, dentro de las cuales, considero prudente citar la clasificación realizada por Oscar Perpiñan, como sigue:

Figura 2: Clasificación de aplicaciones fotovoltaicas



Fuente: Perpiñán Lamigueiro, Oscar. “Energía Solar Fotovoltaica”. (2011).

Disponemos de un módulo fotovoltaico que produce la electricidad necesaria para alimentar la instalación ya que los sistemas solares fotovoltaicos aislados son autosuficientes. Depende de la eficiencia del sistema, que se trata en otra parte, cuánta corriente continua genera el módulo fotovoltaico en la red.

Para que la energía eléctrica producida sea utilizable, debe reducirse antes de almacenarse en la batería, donde se puede acceder a ella en cualquier momento.

El método de carga es el componente encargado de asegurar el correcto funcionamiento del sistema, evitando la sobrecarga y descarga de la batería, y alargando la vida útil de la batería al proporcionar un uso eficiente y alertar a los usuarios sobre cualquier falla del sistema.

Sin embargo, la importancia de aislar los sistemas fotovoltaicos es que son aptos para su distribución en zonas de difícil acceso y muy difícil disponer de un punto de conexión a la Red Eléctrica.

Mediante el efecto fotovoltaico, los módulos fotoeléctricos producen potencia instalada a partir de la energía solar. Se compone de varias celdas solares conectadas en serie y/o en paralelo, que teniendo en cuenta que cada celda produce aproximadamente 0,5 voltios, ajusta el panel a los niveles de tensión y corriente necesarios.

Las células suelen estar hechas de silicio cristalino, nuestros principales tipos son:

- Monocristalino: Proporciona una estructura cristalina bien ordenada.
- Policristalino: Proporciona una estructura modificada con diferentes áreas.
- Amorfo: Presenta un alto grado de inestabilidad en su composición química y numerosos defectos estructurales.

Se encarga de controlar cómo se carga y descarga la batería. Cumple las siguientes tareas:

- Para reducir el riesgo de sobrecarga y subcorriente, haga coincidir la entrada de corriente del panel con la batería y la salida de corriente de la batería con la carga (bajo pedido). Esto evitará que la batería funcione con bajo voltaje o se sobrecargue.
- Evitar que la corriente de la batería vaya al módulo fotovoltaico durante el ciclo solar.

Esta tarea la realiza un circuito electrónico, que conecta y aísla el panel y la carga dentro de los parámetros establecidos por el fabricante del circuito o las normas técnicas correspondientes.

una batería o acumulador para almacenar la electricidad generada por el módulo fotovoltaico y suministrarla a los dispositivos según sea necesario.

Para estas tareas se pueden utilizar baterías de todas las formas y tamaños. Mucha gente usa baterías de plomo ácido. El voltaje del sistema está determinado por el voltaje de la batería. El acumulador realiza las siguientes tareas:

- Reservar la comida del día para comerla por la noche.
- Asegúrese de tener suficientes ahorros durante unos días para pasar fácilmente los últimos días de la recesión.
- Filtrar los residuos producidos durante un período prolongado (por ejemplo, una temporada) para su posterior consumo en el mismo período.

Se clasifican en:

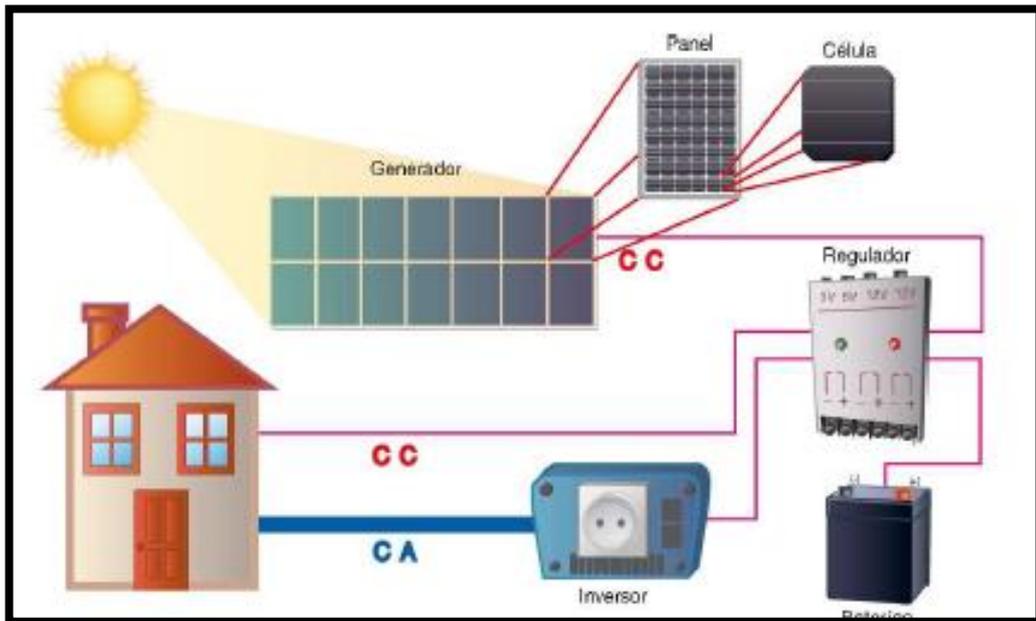
- Primero: Está diseñado para un solo uso, siempre que se utilicen los productos químicos que lo componen.
- -Segundo: Se utilizan tanto para el reciclaje como para los pagos. Sus terminales reciben energía eléctrica, lo que provoca que la reacción electroquímica se invierta y almacena la energía como potencial químico. El primero se utiliza en sistemas con bajos requerimientos de energía y bajos costos iniciales. El segundo es el elevado consumo energético, que justifica el elevado coste inicial y, en definitiva, la carga de los equipos.

La tarea del transformador es transformar la energía recibida en algo apto para su uso (beneficio) cambiando su potencia y calidad. El tipo que convierte el voltaje del banco de baterías en corriente alterna y se usa con

más frecuencia en una instalación fotovoltaica típica se llama CC/CA. Dichos generadores a menudo se denominan inversores.

Sin embargo, los dispositivos solares fotovoltaicos individuales no utilizan los tipos ac/dc y ac/ac.

**Figura 3. Componentes de un sistema fotovoltaico aislado**



**Fuente:** Chávez Guerrero, Mónica Alejandra. “*Proyecto de Factibilidad para uso de paneles solares en generación fotovoltaica de electricidad en el complejo habitacional “San Antonio de Riobamba”*”. (2012)

La capacidad de un sistema solar fotovoltaico para satisfacer las demandas de energía del usuario se mide al dimensionar un sistema fotovoltaico. Lo cual, cobra singular relevancia en las zonas de pobreza energética de Huancavelica, donde no existen sistemas auxiliares.

Por otro lado, el método de medición se basa en un equilibrio de fuerzas donde el entorno y las necesidades del usuario son un punto de partida, por lo que se necesita crear un sistema que satisfaga las necesidades del usuario.

En el artículo del Osinergmin de 2014 “Propuesta metodológica para el éxito del acceso universal a la energía en el Perú”, el Proyecto FISE fue citado como un ejemplo de “acceso universal a la energía” que sería sencillo de superar. el siguiente ejemplo:

- A. El acceso a electricidad limpia, confiable y asequible para cocinar, calefacción, iluminación, comunicaciones y uso industrial es lo que el Grupo Asesor sobre el Cambio Climático del Secretario General de las Naciones Unidas (AGECC, 2010) denomina acceso a la energía. En 2014, el Programa FISE.
- B. Según The Poor People's Energy Outlook (PPEO, 2012), tener acceso a la red y quemar combustibles fósiles constituye tener acceso a la energía. También deciden sobre los términos de "Confiability", "Calidad", "Costo" y "Continuidad" para la entrega del servicio (2014) Programa FISE.
- C. Según Oestmann y Dymond (2009) y Salvador Julio (2010), el concepto de "Usabilidad", que mide la disponibilidad de varias formas de energía para los consumidores, debe entenderse para comprender cómo las personas en todo el mundo acceden y utilizan la energía que se pone a su disposición. En 2014, el Proyecto FISE.
- D. Según Heksher-Olin (1933), el equilibrio del país, la cantidad de riqueza relativa a la distribución de otros recursos está determinada por 'A', por lo que existe un equilibrio del país. acceso a un recurso específico 'A'. Esta teoría, inicialmente creada para el campo del comercio internacional, arroja luz sobre los posibles usos de los recursos energéticos en función de su abundancia en todas las regiones subdesarrolladas del Perú y su efecto sobre los costos de producción. (Proyecto FISE, 2014).
- E. Según el Plan para el Acceso Universal a la Energía (MEM-Perú, 2013), la satisfacción de las necesidades energéticas en el uso final de la energía es el referente para el acceso universal a los servicios energéticos:

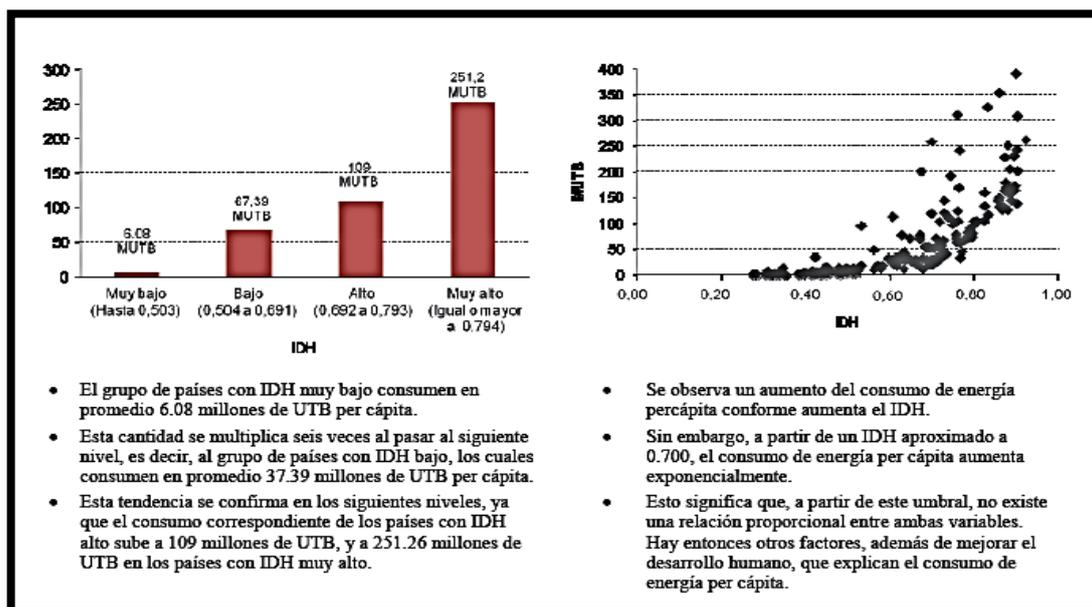
- i) Las necesidades de la vida;
- ii) Uso efectivo de y.
- iii) Necesidades humanas actuales.

Cabe señalar que la posición del Ministerio de Energía y Minas va más allá de su simple definición de acceso a energía limpia, confiable y asequible, según el Grupo Asesor sobre Cambio Climático del Secretario General de las Naciones Unidas (AGECC, 2010). (usando la producción o proporcionando bienes y servicios), pero sobre todo, dijo Orient, se necesita servicios energéticos con el uso final de la energía para cocinar, calentar, iluminar, comunicar y usar eficientemente. (Proyecto FISE, 2014).

En el ámbito de los derechos humanos, la conexión entre riqueza y pobreza es un tema que cobra cada vez más importancia a nivel internacional. Basado en el hecho de que la energía está constantemente conectada a todas las actividades humanas a diario, se reconoce que los servicios de energía limpia y asequible pueden mejorar la vida de las personas y reducir la pobreza. (García, 2014).

Observar la correlación entre el uso de energía per cápita y el Índice de Desarrollo Humano (IDH), como se muestra, brinda un fuerte respaldo al valor social del uso de energía (García, 2014):

**Figura 4. Relación entre consumo de energía per cápita e índice de desarrollo humano (2011)**



**Fuente:** García Ochoa, Rigoberto. *“Pobreza energética en América Latina”*. (2014).

La energía puede ayudar a reducir y erradicar la pobreza, especialmente si se vincula cuidadosamente con otras áreas cruciales del desarrollo y el crecimiento humano, como sucede en el Occidente contemporáneo. Se requiere energía para la iluminación, cocina y aire acondicionado (calefacción y/o refrigeración) de la vivienda. Las ventajas de estos servicios energéticos para el desarrollo humano son claras y de largo plazo (2014). Proyecto FISE.

Según el nivel de vida, una familia es pobre si sus ingresos no son suficientes para satisfacer un conjunto de necesidades básicas necesarias para mantener la capacidad física de una persona. El nivel de ingresos se toma en consideración como criterio para determinar si una familia se encuentra en situación de pobreza o no. La línea de pobreza se calcula en trabajos de investigación que abordan el problema de las malas condiciones de vida utilizando el porcentaje de los ingresos del hogar necesarios para el consumo de combustible o la temperatura necesaria para proporcionar confort térmico. Debe elevarse a este nivel. (GARCÍA, 2014).

Ahora bien, (García, 2014) define pobreza energética de la siguiente forma:

- Si los residentes de la casa no satisfacen sus necesidades eléctricas esenciales en un lugar específico y en un momento crucialmente importante, será un problema, lo cual depende de una serie de factores satisfactorios y económicos, la casa se encuentra en pobreza energética, sociales y culturales.

Las áreas rurales de Perú son pobres.

- En América Latina, Perú ocupa el puesto 14 en términos del Índice de Desarrollo Humano y el 21 en términos de consumo de energía per cápita, ubicándolo en el tercio inferior para ambas medidas, como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2: Consumo de energía per cápita, emisiones per cápita e índice de desarrollo humano de los países Incluidos en el análisis**

N°	País	Consumo de energía per cápita (Millones de UTB)	Emisiones per cápita (Ton CO2)	IDH	Región
1	Canadá	389,47297	16,4614	0,90	Norteamérica
2	Estados Unidos	307,96362	17,67736	0,906	Norteamérica
3	Argentina	80,75135	4,08785	0,788	Latinoamérica
4	Bahamas	241,57326	17,02337	0,769	Latinoamérica
5	Barbados	70,69237	5,22278	0,79	Latinoamérica
6	Belice	53,87321	3,19218	0,696	Latinoamérica
7	Bolivia (Estado Plurinacional)	25,99846	1,39364	0,656	Latinoamérica
8	Brasil	51,76622	2,08647	0,708	Latinoamérica
9	Chile	72,8637	3,76755	0,798	Latinoamérica
10	Colombia	30,64173	1,53103	0,702	Latinoamérica
11	Costa Rica	41,53303	1,52745	0,738	Latinoamérica
12	Cuba	33,58148	2,66133	0,77	Latinoamérica
13	Dominica	31,86925	1,94344	0,722	Latinoamérica
14	República Dominicana	32,54311	2,04405	0,68	Latinoamérica
15	Ecuador	35,4063	1,89047	0,716	Latinoamérica
16	El Salvador	19,77516	0,98362	0,669	Latinoamérica
17	Guatemala	16,26562	0,9552	0,569	Latinoamérica
18	Goyana	28,09706	2,0192	0,624	Latinoamérica
19	Haiti	3,23363	0,21115	0,449	Latinoamérica
20	Honduras	17,43696	1,03526	0,619	Latinoamérica
21	Jamaica	57,28714	4,25984	0,724	Latinoamérica
22	México	62,90241	3,88789	0,762	Latinoamérica
23	Nicaragua	11,45644	0,74192	0,582	Latinoamérica
24	Panamá	70,47487	4,53504	0,76	Latinoamérica
25	Paraguay	69,40066	0,63094	0,651	Latinoamérica
26	Perú	26,28935	1,28545	0,714	Latinoamérica
27	Suriname	73,39686	4,21924	0,674	Latinoamérica
28	Trinidad and Tobago	697,83869	38,76395	0,755	Latinoamérica
29	Uruguay	44,69669	2,05667	0,776	Latinoamérica
30	Venezuela (Republica Bolivaria)	118,74852	5,92939	0,732	Latinoamérica

**FUENTE:** García Ochoa, Rigoberto. *“Pobreza energética en América Latina”*.

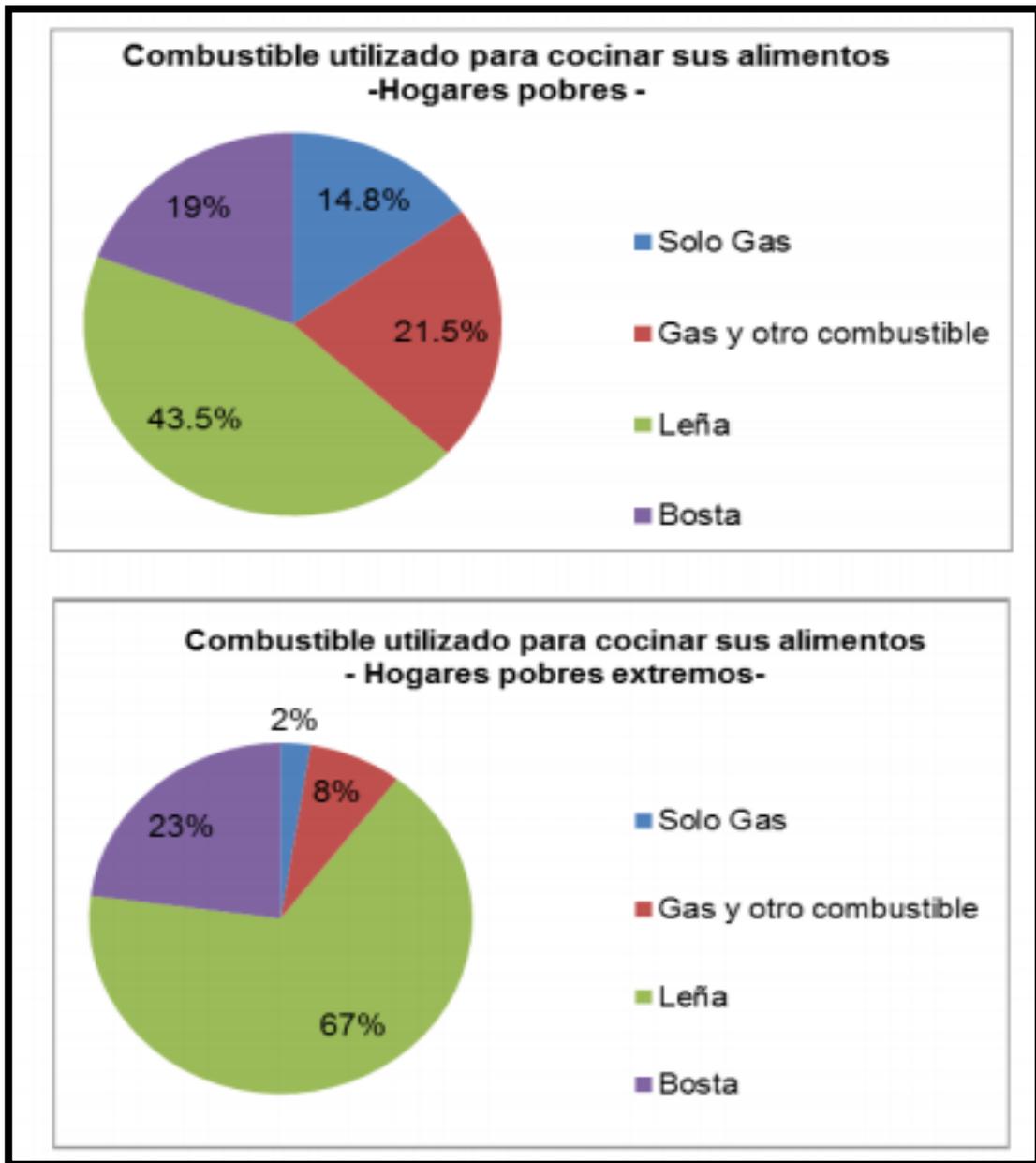
(2014).

En este contexto, es importante señalar que la pobreza rural en Perú se caracteriza por una serie de factores, que incluyen la falta de infraestructura, problemas de comunicación, acceso inadecuado a servicios de salud, educación e información que impiden la capacidad de los residentes para crecer y desarrollarse. La producción y el nivel de vida en las ciudades están influenciados por el capital humano de las áreas rurales.

La difícil geografía del país y la dispersión de la población rural peruana tienen la culpa de esta deficiencia. Infraestructura, educación, transferencia de tecnología, salud, abastecimiento de agua potable y servicios de agua inadecuados son algunos de los efectos indirectos que tiene (Proyecto FISE, 2014).

No veíamos —o por lo menos no vemos— la falta de acceso a la energía eléctrica como algo que se entendía para satisfacer las necesidades fundamentales de las personas que leen como uno de los grandes errores mencionados en los párrafos anteriores. Con base en la investigación realizada por el proyecto FISE, podemos decir que la leña es, en este caso, el principal combustible utilizado por las familias pobres en el Perú (43,5%), alcanzando un porcentaje del 67,5% en casos de pobreza extrema y a medida que las personas obtienen más viejo. Además, como ilustra la Figura 5 a continuación:

**Figura 5. Uso de combustibles que utilizan los hogares para cocinar**

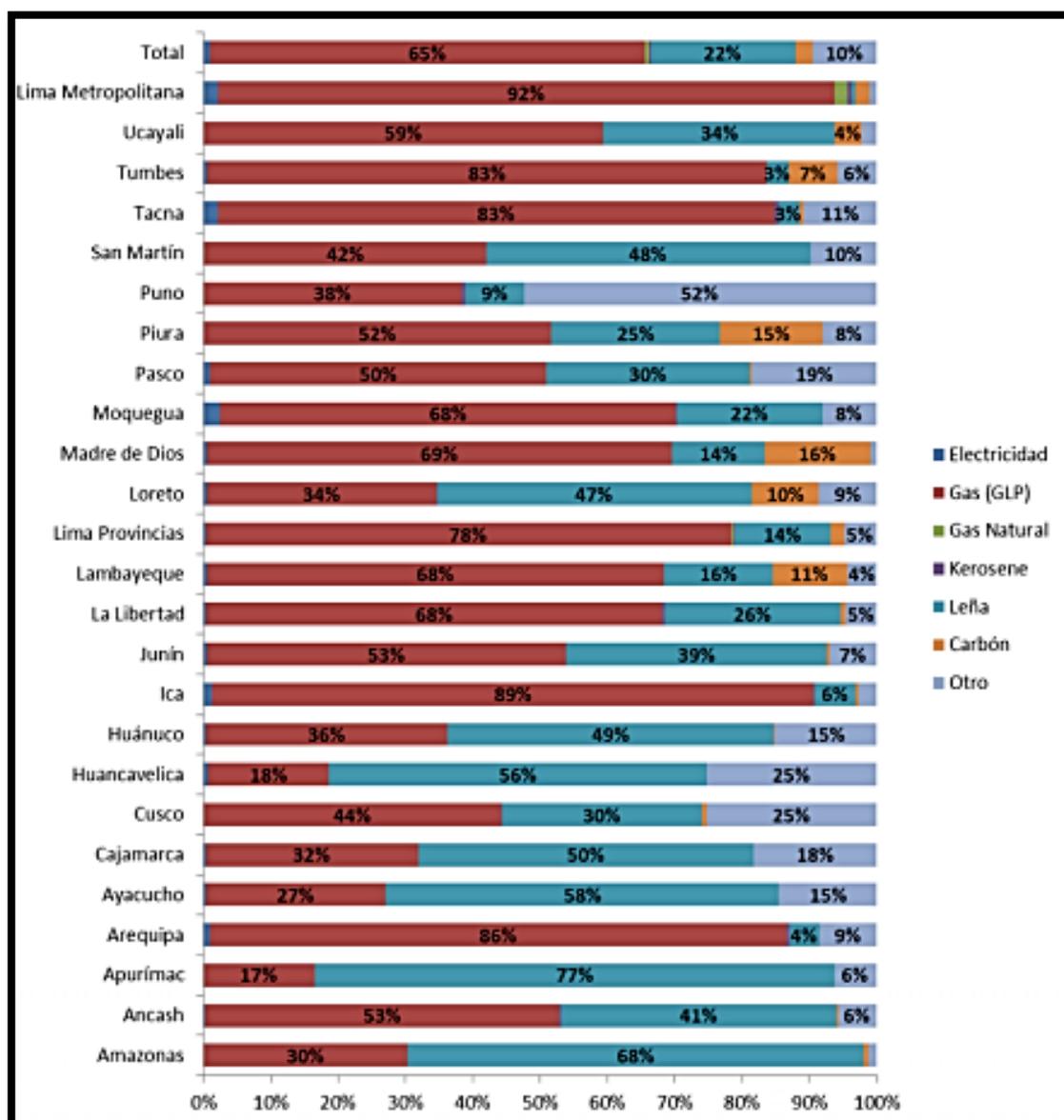


**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística e Informática, ENAHO 2012.

**Elaborado:** Proyecto FISE, 2013.

De otro lado, la situación a nivel regional también ha sido objeto de evaluación por el Proyecto FISE, encontrándose que las regiones en las cuales se emplea en mayor porcentaje la leña y otros combustibles para cocinar, son la región Apurímac y la región Huancavelica, lo cual nos lleva a pensar que son también estas regiones las que poseen mayor porcentaje de pobreza energética, como se muestra en la figura 6.

**Figura 6. Uso de combustibles que utilizan los hogares para cocinar, por regiones**



**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística e Informática, ENAHO 2012.

**Elaborado:** Oficina de Estudios Económicos – Osinergmin, 2013.

Sin embargo, como existe el acceso universal a la energía, la posibilidad de obtener servicios de energía eléctrica limpia, confiable y económica para la alimentación pública, la calefacción, la iluminación, la comunicación y el uso eficiente, el Perú cuenta con políticas dirigidas a brindar energía a todos los peruanos. Pobreza energética, definida como la incapacidad de los hogares para obtener servicios energéticos adecuados. Por ello, el acceso de todas

las personas al poder es reconocido por la Convención Nacional (2002) como uno de los pilares del combate a la pobreza en el mundo.

El Centro de Planeación Estratégica – Plan Estratégico de Desarrollo Nacional de CEPLAN, Plan Perú 2021, establece los lineamientos para promover la eficiencia energética y el crecimiento de las energías renovables en el Perú a nivel local, regional y nacional.

El Decreto Ejecutivo N° 064-2010-EM, que aprobó la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040, establece como Objetivos 1 y 3 “Contar con una matriz energética diversificada, con énfasis en las fuentes renovables y la eficiencia energética” y “Acceso universal al suministro de energía” respectivamente. También establece entre sus lineamientos de política “Promover proyectos e inversiones para lograr una matriz energética diversificada y basada en energías renovables – convencionales y no convencionales, hidrocarburos, geotermia y nuclear”. Tanto "mejorar la calidad de vida de las poblaciones con menos recursos" como "Promover el uso intensivo y eficiente de las fuentes de energía renovables convencionales y no convencionales; así como la generación distribuida".

Con el fin de promover un desarrollo económico eficiente, sostenible y equitativo en el sector energético, se encontró la Resolución Ministerial 203-2013-MINEM, que aprobó el Plan Global de Acceso a la Energía 2013-2022 para la ejecución de proyectos que permitan la expansión global, priorizando el uso de la energía existente, logrando la capacidad técnica, social y ambiental inicial de los programas mencionados, una vida más grande y mejor para las personas en el mundo con recursos limitados. Periodo 2013-2022.

La Ley de electrificación de las zonas rurales, poblados y localidades fronterizas es de interés nacional, según el artículo 2 de la Ley General de Electrificación Rural (Ley N° 28749), y es utilizada por las personas para apoyar el crecimiento de la economía humana, mejorar el bienestar de las

personas, combatir la pobreza y disminuir la migración de las zonas rurales a las urbanas. De igual forma, establece en el artículo 4 que el Gobierno apoyará el proceso de aumento del límite de potencia eléctrica en las zonas rurales, remotas y fronterizas del país mediante la implementación de los Sistemas Eléctricos Rurales (SER), así como fomentará el involucramiento personal incluso desde la planificación y ejecución de las medidas del proyecto.

Ley N° 29852, Ley que Crea el Fondo de Integración Social Energético y el Sistema de Seguridad Energética de Hidrocarburos, en el Capítulo 3: Propone que el FISE sea una entidad de pago energético que permita la seguridad del sistema, así como el pago social y servicios generales para la población vulnerable.

El propósito de la Ordenanza N° 1002 sobre el Desarrollo y Promoción de Inversiones para la Producción de Energía Eléctrica y el Uso de Energías Renovables es fomentar el uso de recursos de energía renovable (RER) para mejorar la protección ambiental y el bienestar humano, fomentar la inversión en la producción de energía.

Decreto Supremo N° 012-2011-EM - La ley sobre la regulación de la producción de energía eléctrica con energías renovables, el Incentivo a la Inversión en la Generación Eléctrica y el Uso de Energías Renovables con Fines de Incentivo, se encuentra codificada en el Decreto, que establece las normas necesarias para su implementación adecuada. Inventar actividades de generación de energía eléctrica a partir del uso de RERs.

Decreto Supremo N° 020-2013-EM, Ley para el Desarrollo de Inversiones Eléctricas en Zonas Aisladas, constituye las leyes necesarias para la correcta implementación de la Ley para el Desarrollo de Inversiones para la Producción y Aprovechamiento de Inversiones Eléctricas. el potencial para fomentar el uso de fuentes de energía renovables para elevar el nivel de vida de las personas que viven en áreas remotas.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Dada la naturaleza de la investigación, este trabajo cumple con los criterios de métodos de investigación aplicada porque promueve la energía fotovoltaica como un remedio potencial para otros problemas que actualmente afectan el acceso global a la energía en la provincia de Huancavelica, Perú en 2015.

Dado el propósito del estudio, que es explicar la tecnología fotovoltaica (transmisión) y su función como una alternativa especial para apoyar el acceso universal a la energía, el estudio se ajusta a los estándares de la investigación descriptiva.

El objetivo de este estudio es descriptivo-transversal; Por su parte, el objetivo de esta tesis es analizar que la tecnología fotovoltaica (conversión) es una vía única para mejorar la disponibilidad de energía en la región de Huancavelica (muestra).

Cabe aclarar que el cambio de estudio no fue usado ni probado, sino que fue desarrollado recolectando datos para describir el estado actual del cambio de acuerdo a las características del área de uso (condiciones climáticas, etc.).

El siguiente diagrama sirve como una buena representación de este diseño:

Variable ----- Muestra

Dónde:       Variable: Energía Fotovoltaica.  
                  Muestra: Región Huancavelica.

### **3.2. Consistencia de la investigación**

A continuación, vemos la matriz de correlación en la investigación propuesta.

**Tabla N° 3: Matriz de consistencia**

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Instrumentos
¿Qué parte de una alternativa viable para mejorar el acceso a la energía en la región de Huancavelica de Perú en 2021 es la energía fotovoltaica?	Verifique si la energía fotovoltaica es una opción viable para el 2021 para mejorar el acceso a la energía em la región de Huancavelica en Perú.	Em el año 2021, Huancavelica, Perú, podrá acceder más facilmente a la energia gracias a la fotovoltaica.	<b>Independiente:</b> Energía fotovoltaica <b>Dependiente:</b> Acceso universal a la energía	Ficha de registro Lista de cotejo Matriz bibliográfica
¿Qué potencial tiene la energia solar en la región de Huancavelica en Perú, 2021?	En 2021, la región peruana de Huancavelica tendrá determinado su potencial de energía fotovoltaica.	El potencial de la energía fotovoltaica es favorable para atender a la región Huancavelica, Perú, 2021		
¿Cuál es el nivel de demanda energética en los sectores de pobreza de la región Huancavelica, Perú, 2021?	Determinar si el nivel de demanda energética en los sectores de pobreza de la región Huancavelica, Perú, 2021	El nivel de demanda energética es de 5 a 6 kw en los sectores de pobreza en la región Huancavelica, Perú, 2021		

Fuente: Elaboración propia

### **3.3. Escenario de estudio**

El escenario de estudio es la zona rural de la región Huancavelica.

### **3.4. Participantes**

Con el fin de crear una propuesta para el uso de energía solar o fotovoltaica, los archivos se utilizan para el análisis de documentos. Estos incluyen tesis publicadas entre 2010 y 2022, repositorios locales, nacionales e internacionales y artículos científicos. Las colecciones de datos provenían de un índice en una base de datos virtual.

La población de la región de Huancavelica sin acceso a servicios energéticos.

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.5.1. Técnicas de investigación.**

- A. Revisión normativa.
- B. Revisión hemerográfica.
- C. Revisión de lincografía.
- D. Comparación de datos obtenidos.

#### **3.5.2. Instrumentos de la Investigación.**

Los instrumentos utilizados fueron:

- A. Fichas bibliográficas.
- B. Mapa energético (FISE).
- C. Mapa Solar (SENAMHI).
- D. Datos Estadísticos del INEI.
- E. Catálogos de paneles solares. (diversos proveedores).

### **3.6. Procedimientos**

Se analizaron todos los tipos de investigación según el uso de la energía del Sol, es decir, primero se escanearon artículos, revistas e investigaciones de forma no estructurada para recopilar información utilizando palabras clave relacionadas con el tema de investigación ya creado.

Em segundo lugar, se filtra todo tipo de información para recopilar información que es crucial para lograr los objetivos del análisis, principalmente relacionada con el uso de la energía que normalmente se produce y cómo se utilizará la energía solar o fotovoltaica.

Luego se hizo un análisis estadístico de los hechos para poder comprobar la trascendencia de la información que era necesaria para demostrar la importancia de dotarles de estrategias que sean favorables para los resultados.

### **3.7. Rigor científico**

El estudio cumple con realizar todo el estudio basado en las normas y criterios que la ciencia exige, dado el caso de ser un estudio de carácter interpretativo todo el estudio responde a las preocupaciones de los hechos sobre la viabilidad de reemplazar o complementar con la energía solar fotovoltaica a la energía eléctrica, además de indicar con coherencia y lógica la información con eficiencia y calidad para que sea un hecho verificable y comprensible, con una adecuada complejidad y solvente extensión, valorando y sopesando cada hecho en el mismo estudio realizado, respetando la veracidad de los mismos y considerando cada acción que merece ser interpretada y explicada, bajo la estimación de los mismos en función a los instrumentos debidamente validados.

De esta forma el estudio responde a la veracidad del mismo, pudiendo ser replicable a partir de la metodología aplicada y los criterios considerados en el presente estudio.

### **3.8. Método de análisis de datos**

Partiendo de los objetivos que deben comprobarse, se procesan mediante el uso del Excel observando y contrastando la información para poder comprender la investigación, para ello se registra la información, la que se lleva a las tablas y se construye los gráficos, los mismos que luego son expresados en comentarios descriptivos, que con la referencia de las hipótesis se analizan y se comprueban, de acuerdo a sus condiciones de ser cuantitativa, cualitativa o mixta, ya sea por medios estadísticos o determinativamente como es el caso de la presente investigación.

### **3.9. Aspectos éticos**

La ética ha sufrido cambio, se ha desarrollado, en su permanente intento por demostrar que debe responder con mucho criterio a la realidad y a los hechos, además de sostener la revisión bibliográfica de las fuentes, además que todo lo que se vierte procura ser original o procesado de acuerdo a los conocimientos existentes para que sean convenientemente comprendidos, explicados y demostrados, la universidad aplica el Turnitin para verificar el grado de originalidad del estudio, desde la perspectiva de que puede tener precedentes, pero no es copia de ello, sino un desarrollo a partir de los mismos.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. Potencial de la energía fotovoltaica en la región Huancavelica.

Las características y eficiencia del sistema fotovoltaico se muestran en la siguiente tabla, a partir de las características del área en la que funcionará, el método de uso de la electricidad:

**Tabla N° 4: Características generales del sistema fotovoltaico y del medio.**

Detalles	Capacidad	Unidad de medida	Cantidad	Tensión en la línea
Módulo fotovoltaico	80	Watts	1074	12V
Controlador de carga	10	Amperios	1074	12V
Batería	100	Amperios / Hora	1074	12V
Convertidor CC/CC	3, 6, 9 y 12	Voltios	1074	12V
Medio:				
Descripción				
Irradiación solar mínima mensual anual	5,0 kw/m <sup>2</sup> - día			
Irradiación solar máxima mensual anual	1200 W/m <sup>2</sup>			
Humedad relativa	0,9			
Rango de T° ambiental	0°C a 25°C			
Velocidad máxima del viento	120 km/h			
Altura sobre el nivel del mar	1600 a 4450 msnm			

**Fuente: MEM 2021.**

#### 4.2. Identificación del potencial de recurso solar en la región Huancavelica:

A continuación se puede observar el mapa solar del sector de Huancavelica como referencia para determinar la radiación solar promedio, tomado con datos AS del “Atlas de Energía Solar del Perú”, SENAMHI, 2003:

**Tabla N° 5: Irradiación global media del departamento de Huancavelica.**

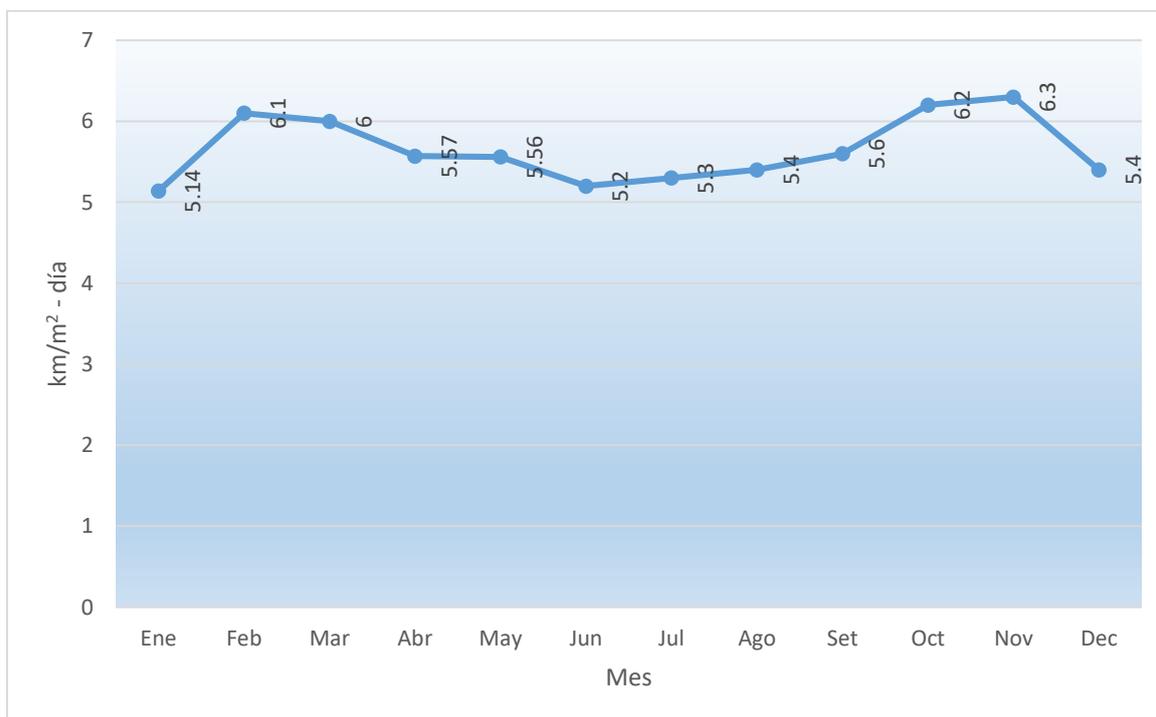
Datos en  $\text{kw/m}^2\text{-día}$

Departamento	Provincia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dec
Huancavelica	Huaytará	5,00	5,50	6,00	5,50	5,00	5,00	5,00	5,00	5,50	6,00	6,00	5,00

Departamento	Provincia	Min	Med	Max
Huancavelica	Huaytará	5,00	5,42	6,00

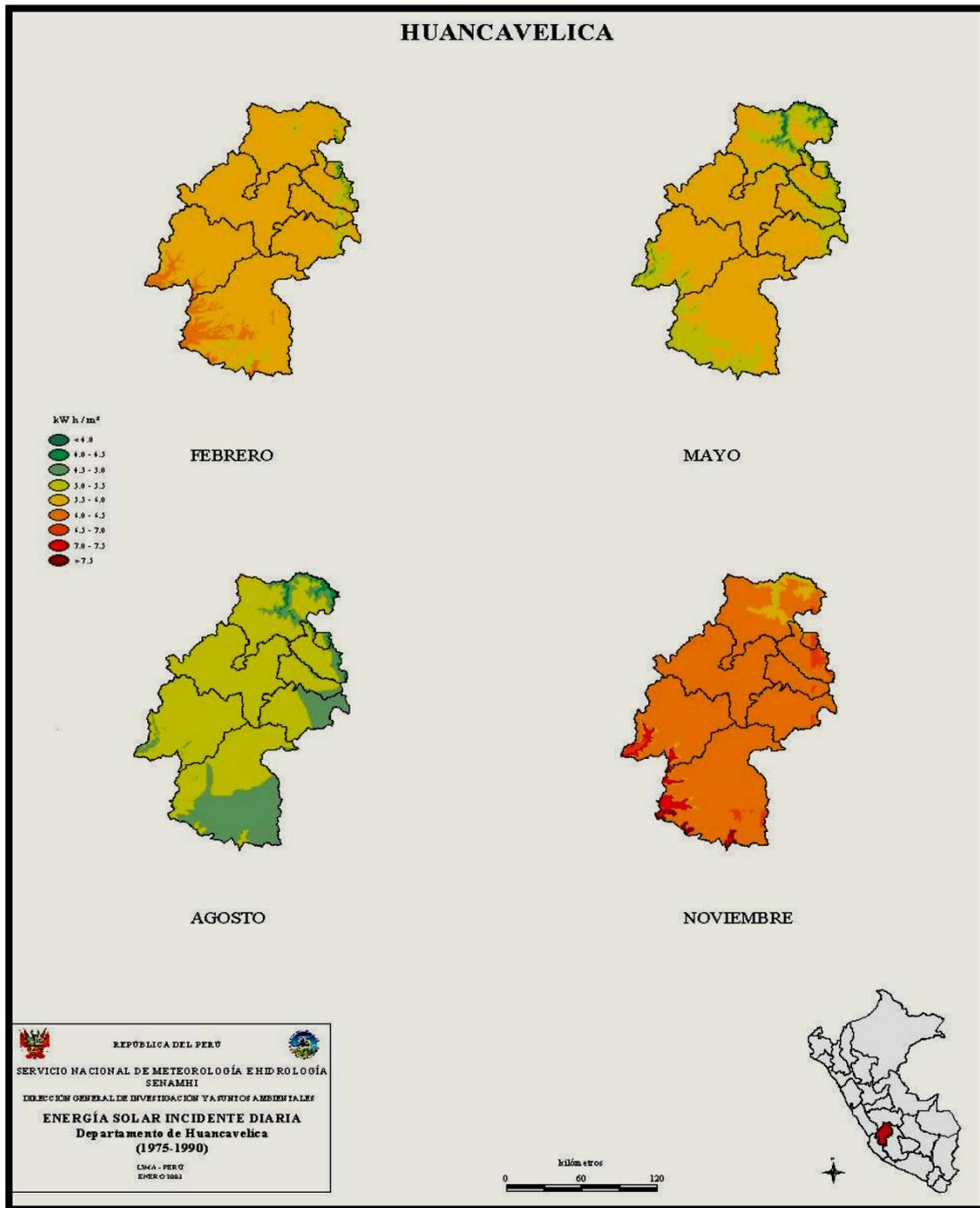
Fuente: SENAMHI – Perú 2003.

**Figura 7: Potencial energético solar fotovoltaico en Huaytará**



Fuente: Tabla N° 4.

Figura 8. Mapa solar de la región Huancavelica



Fuente: SENAMHI – Perú 2003.

De acuerdo con esta información, se ha determinado que la tasa de actividad de radiación anual es de 5,42 kW/m<sup>2</sup> por día; En este sentido, la región de Huancavelica cumple con los requisitos básicos para la tecnología fotovoltaica utilizada.

### 4.3. Identificación de la demanda energética de la región Huancavelica.

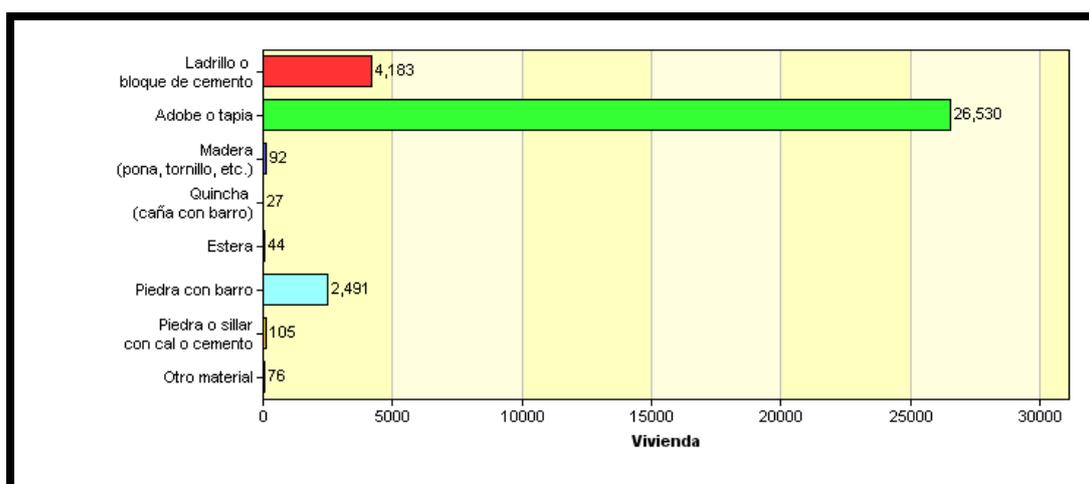
Para el cálculo de los requerimientos energéticos de la región de Huancavelica se utilizó el método de las necesidades básicas no declaradas (NBI), que permite determinar el nivel socioeconómico de las personas según el nivel de interés o satisfacción de necesidades prioritarias. En este sentido, se tienen en cuenta los siguientes criterios:

#### 4.3.1. Hogares en viviendas con características inadecuadas.

Con la ayuda de este indicador, las familias pueden realizar sus tareas sociales y personales sin temor a ser perjudicadas y teniendo acceso a la vivienda, la privacidad y un nivel mínimo de comodidad. Se revisan los elementos más importantes de pared, piso y techo. Si estos son predominantemente de materiales rústicos, puede parecer que la familia no cumple con este requisito. (Proyecto FISE, 2014).

En este sentido, según el censo de 2007, en la provincia de Huancavelica, el 79,08% de las paredes de las casas son de barro.

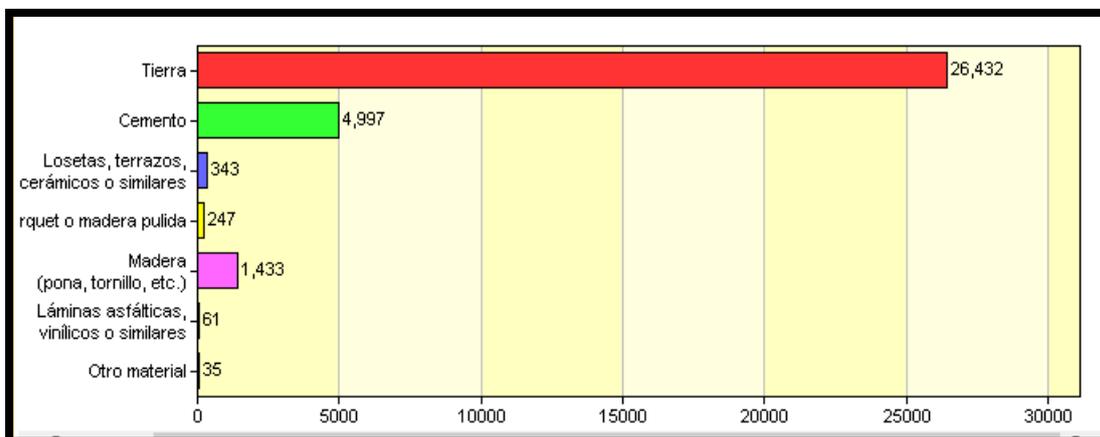
**Figura 9: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por material predominante en las paredes exteriores, según vivienda.**



FUENTE: INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007.

La figura también muestra que el 78.78% de los pisos de las viviendas de la región de Huancavelica son de tierra.

**Figura 10: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por material predominante en los pisos, según vivienda.**



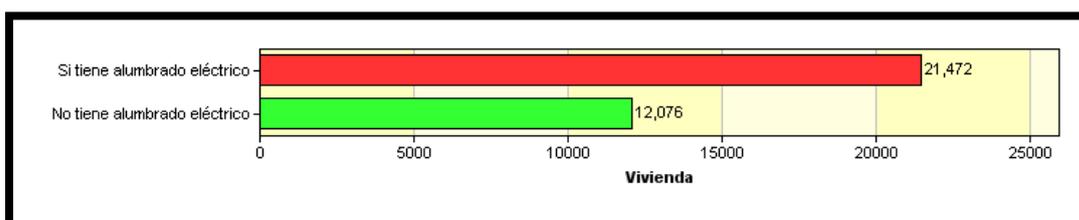
Fuente: INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007.

En resumen, alrededor del 79% de la población de la región Huancavelica vive en viviendas con características físicas inadecuadas.

#### 4.3.2. Disponibilidad de alumbrado eléctrico.

Según el gráfico, el 35,99 por ciento de los hogares de la región de Huancavelica carecen de energía eléctrica. Este indicador indica si los miembros de la familia tienen o no acceso a energía eléctrica.

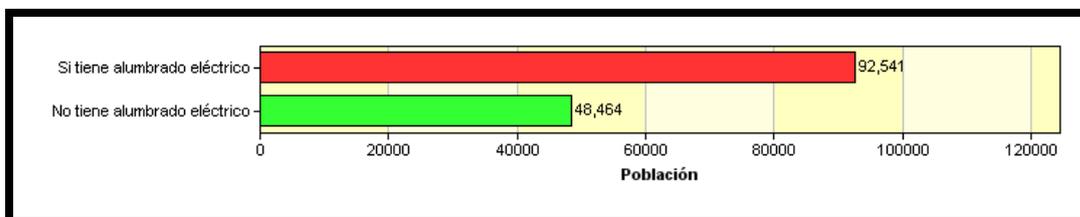
**Figura 11: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por disponibilidad de alumbrado eléctrico, según vivienda.**



Fuente: INEI – Censos nacionales de población y vivienda 2007.

Por lo tanto, el 34,37% de la población carece de acceso a la energía eléctrica.

**Figura 12: Viviendas particulares con ocupantes presentes, por disponibilidad de alumbrado eléctrico, según población**



Fuente: INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007.

#### **4.3.3. Por el nivel de pobreza y vulnerabilidad.**

Dado que el bajo nivel socioeconómico y los servicios energéticos insuficientes, o la eficiencia energética insuficiente, están íntimamente relacionados, como se dijo en este artículo, se tienen en cuenta muchos factores socioeconómicos. Con base en la disponibilidad de energía eléctrica en la zona en cuestión, el Proyecto FISE publicó un mapa de pobreza.

**Tabla N° 6: Ranking de distritos ordenados jerárquicamente por pobreza.**

Provincia	Distrito	Población según mapa de pobreza	Incidencia de pobreza	Posición por quintil de pobreza	1 NBI	2 NBI	3 NBI	4 NBI	5 NBI
Huaytará	Pilpichaca	3 798	91,5	1	19,7	30,9	21,6	11,0	2,1
	Quenco	883	71,5	2	56,8	31,9	5,4	3,1	0,6
	San Antonio de Cusicancha	1 692	71,3	2	42,5	27,9	15,7	4,0	0,6
	Santiago de Chocorvos	3 319	87,3	1	48,8	29,8	11,7	1,5	0,4
	Santiago de Quirahuara	703	80,9	1	51,9	25,3	11,8	2,0	0,0
	Ocoyo	2 054	79,5	1	49,9	28,7	13,6	1,4	0,0
	Córdova	2 296	80,2	1	64,7	17,8	4,1	0,7	0,0

Fuente: Mapa de pobreza 2009 - INEI.

Elaborado: Proyecto FISE, 2014.

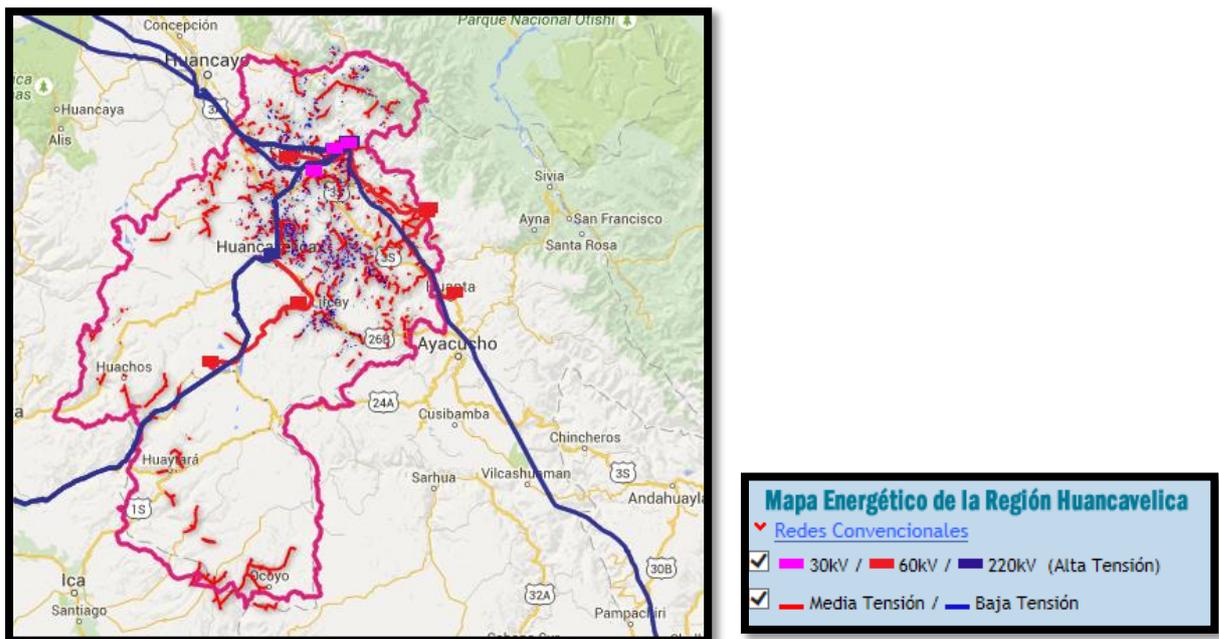
NBI: Necesidad Básica Insatisfecha.

En este contexto, cabe señalar que Huancavelica tiene la zona peor o más vulnerable del Perú en términos de condiciones económicas: Pilpichaca y las demás que se muestran en la tabla están en problemas.

#### 4.3.4. Cobertura de redes de media tensión, distritos y centros poblados.

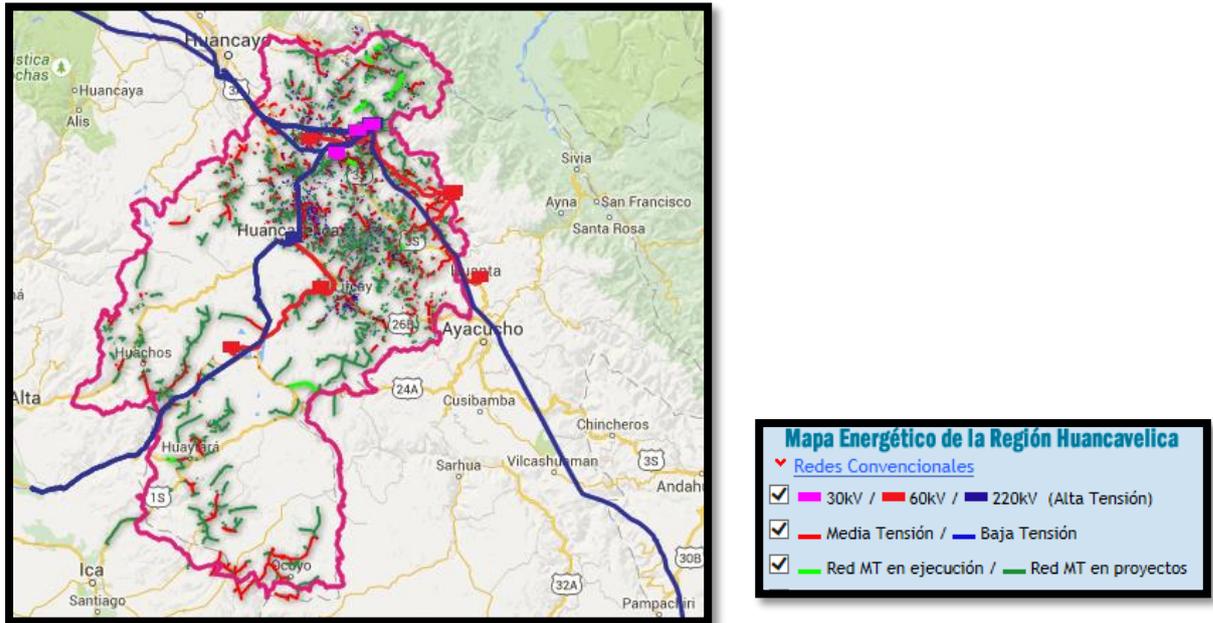
Es posible diseñar la red de media tensión existente y evaluarla de acuerdo a la cantidad de asentamientos cercanos donde no es posible o no se considera ampliar la red eléctrica. tensión intermedia, nos fijamos en el esquema eléctrico para utilizar el dispositivo de conexión especial del proyecto FISE:

**Figura 13. Redes de media y alta tensión existentes en la región Huancavelica.**



Fuente: Mapa Energético, Proyecto FISE.

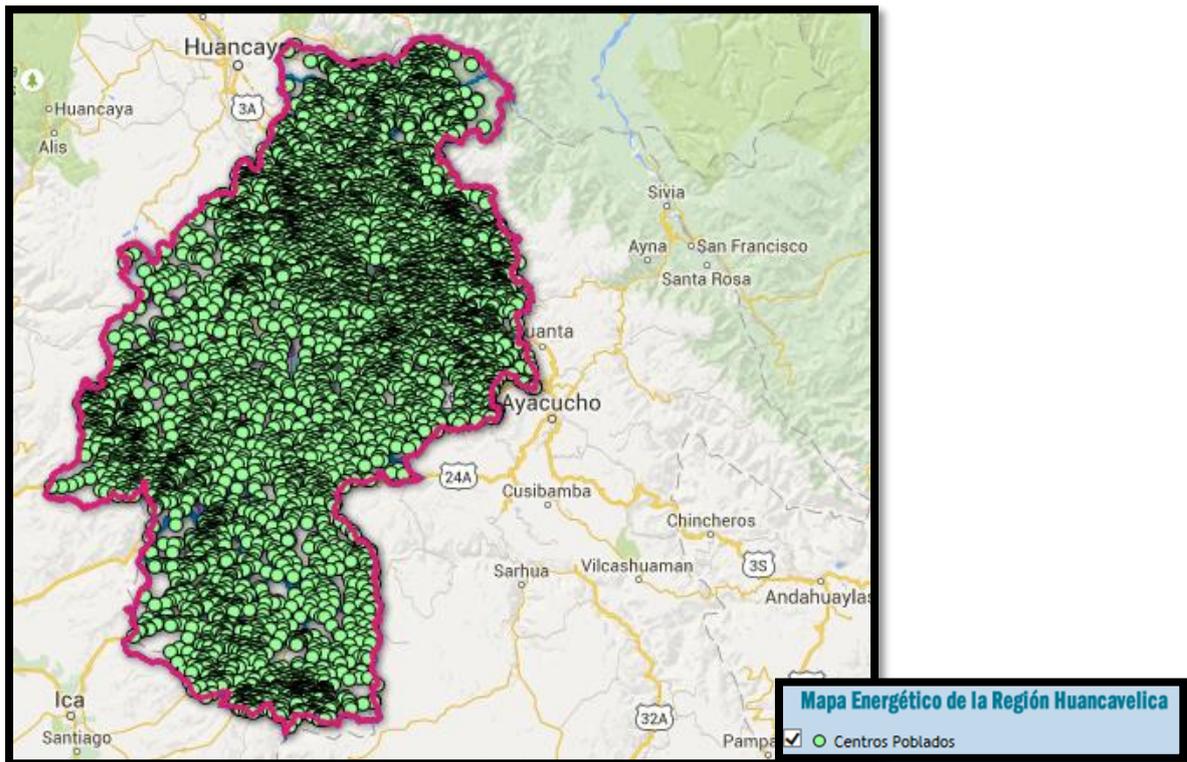
**Figura 14. Redes de media y alta tensión existentes, en ejecución y en proyecto en la región Huancavelica**



Fuente: Mapa energético: Proyecto FISE

Cabe señalar en este contexto que, si bien estamos pensando en proyectos de corto y mediano plazo para elevar el límite de potencia eléctrica con la red general, Chuco, Laramarca, Huac Huas, Challac, etc. Y tenacidad no se puede a través de la red. Esto es un desafío dado que las personas residen en todos estos lugares, así como en otras regiones inexploradas, como se muestra a continuación:

**Figura 15. Centros poblados en la región Huancavelica**



Fuente: Mapa Energético, Proyecto FISE.

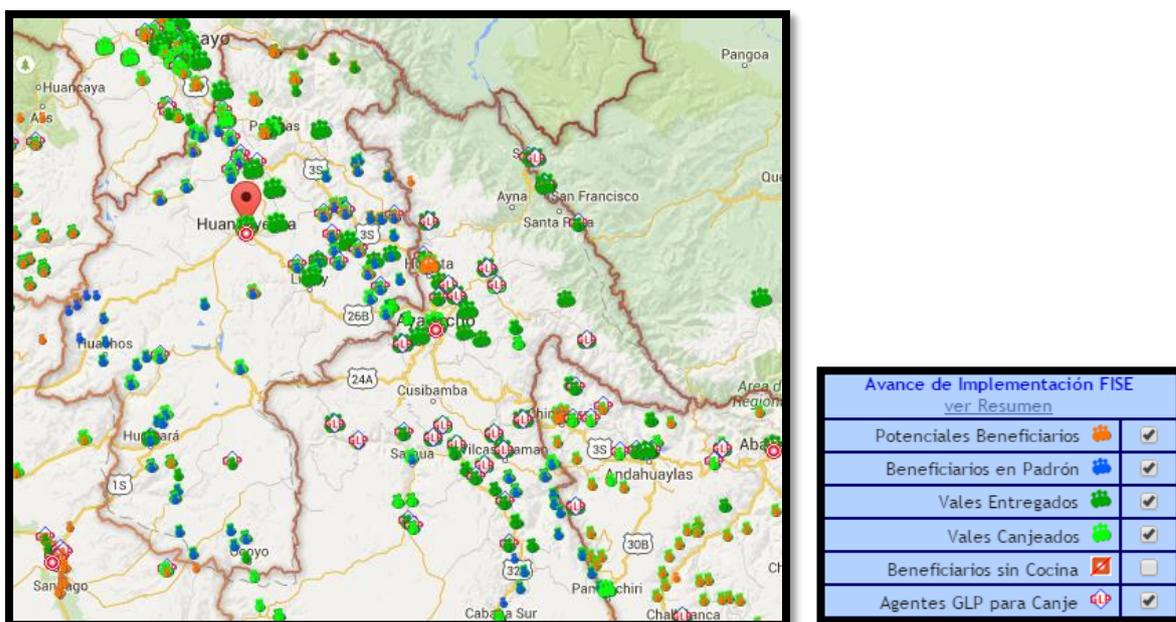
De esta forma, se ha establecido la cantidad de energía que actualmente necesita la región de Huancavelica, que actualmente no está conectada a la red eléctrica estándar y donde se sugiere el uso de tecnologías de punta como los paneles fotovoltaicos.

El Plan Global de Acceso a la Energía 2013-2022, sin embargo, fue autorizado por Acuerdo de Consejo de Ministros N° 112, 203-2013-MINEM tomó la decisión de implementar el acceso universal a la energía en nuestra nación por dos razones.

- Acceso completo a la electricidad para servicios locales como iluminación y comunicaciones.
- Acceso completo a tecnologías y combustibles para cocinar y calentar, incluyendo estufas adaptadas, gas natural, GLP, biogás (biodiesel), etc.

El sistema fotovoltaico, debe satisfacer mínimamente estos dos objetivos; sin embargo, como señala la propia norma el segundo objetivo se logrará con fuentes energéticas distintas a la fotovoltaica, como es el GLP. En tal sentido, el Proyecto FISE ha cubierto gran parte de la región Huancavelica con el programa de entrega de vales de GLP, y sigue implementando el indicado programa, tal como se muestra en la figura:

**Figura 16. Centros poblados en la región Huancavelica**



Fuente: Mapa interactivo de la implementación del fondo de inclusión social energético.

En ese sentido, nuestra propuesta de tecnología fotovoltaica limita su aplicación al segundo objetivo, relacionado con el acceso a la electricidad: Alumbrado, comunicación y servicios comunitarios, habiendo establecido que el objetivo de acceso universal a la energía relacionada con la cocina y calefacción de los hogares está cubierto por un programa que ya se está implementando.

Por lo cual, se ha estimado el requerimiento diario de un usuario –vivienda típica rural-, como se muestra a continuación:

**Tabla 7: Requerimiento del usuario/vivienda típica rural**

Ítem	Equipo	Cantidad	Potencia (W)	Horas de uso
1	Lámparas	3	11 (DC)	5
2	Radiograbadora	1	15 (DC)	3
3	Televisor	1	22 (DC)	3

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.5. Tipo del sistema fotovoltaico.

El tipo de sistema fotovoltaico es distinto del tipo doméstico, cuyas características generales se muestran en la Tabla 3. Esto depende de la información que requiera el usuario.

#### 4.3.6. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

##### A. Cálculo del número y capacidad del panel solar

El consumo de energía del proyecto y la energía requerida  $E_t$  (Wh) se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 8: Número y capacidad del panel solar.**

Equipo	Cantidad	Potencia W (DC)	Horas de uso / día	Energía Wh/día
Lámpara compacta	3	11	5	165
Radiograbadora	1	15	3	45
Televisor	1	22	3	66
		Total w/día		276
	Total kw/día/usuario			0,276
	Total kw/mes/usuario			8,28
	Total día: kw/día/1074 usuarios			296,42

Elaborado por el autor.

El consumo eléctrico real  $E_r$  (Wh) necesario para superar las pérdidas presentes en la instalación fotovoltaica debe calcularse en base al consumo eléctrico teórico  $E_t$  calculado en la tabla anterior:

$$E_r = E_t / R$$

Donde:  $R$  es el parámetro de rendimiento global de la instalación fotovoltaica y se define como:

$$R = (1 - K_b - K_v) \cdot (1 - (K_a \cdot N / P_d))$$

Los siguientes son los componentes de la ecuación anterior:

$K_b$ : Tasa de pérdidas por rendimiento del colector:

- En sistemas sin necesidad de sobrecarga no es necesario 0,05.
- En sistemas con baja productividad, una puntuación de 0.1.

$K_v$ : eficiencia de la red, efecto Joule, etc. Un coeficiente de pérdidas variable que tiene en cuenta otras pérdidas similares.

- Utilizando los valores de referencia 0,05 y 0,15.

$K_a$ : Autoevaluación diaria:

- 0,002 para baterías de NiCd que están bajas.
- Para baterías estacionarias de Pb-ácido, 0,005 (muy popular).
- 0,012 por batería individual (coche principal).

$N$ : Número de días que la planta es independiente: son los días que la planta debe operar en baja tensión (nube permanente) cuando se utiliza más capacidad de generación eléctrica que el sistema fotovoltaico:

- De 4 a 10 días para el procedimiento de remisión.

Pd: 80 por ciento máximo permitido para la profundidad de descarga de la batería (llamado batería) ya que la capacidad de las líneas de baja descarga disminuye significativamente con la profundidad.

Para este proyecto se han considerado las siguientes pérdidas principales:

$$K_b = 0.1$$

$$K_c = 0.05$$

$$K_a = 0.005$$

$$N = 4$$

$$P_d = 0.7$$

Según la Ecuación 01, la instalación fotovoltaica R se comporta de la siguiente manera:

$$\mathbf{R = 0.728}$$

El consumo de energía real Er es el siguiente, según la fórmula de energía real del sistema fotovoltaico:

$$E_r = 296.42 / 0.728$$

$$\mathbf{E_r = 407.17 \text{ kWh/día.}}$$

El tamaño del panel fotovoltaico necesario para satisfacer esta demanda se determina mediante la siguiente fórmula dada la demanda real de energía (Er), el día promedio del área del proyecto y la eficiencia promedio del panel fotovoltaico.

$$A_r = 1200 \left( \frac{E_d}{I_d} \right)$$

Donde: Ar: Tamaño de un panel solar.  
 Er: Real energía solicitada.  
 Id: Irradiación Solar Media.

Luego, el tamaño del panel será de 90149,63 Wp. Con este valor se determina el número de paneles requeridos por el proyecto, según se muestra en el siguiente cuadro, elaborado de acuerdo al catálogo.

**Tabla 9: Determinación de número de paneles por demanda**

<b>Panel Solar (Tipo)</b>	<b>Peso LB.</b>	<b>Potencia WP</b>	<b>Nº DE Paneles</b>	<b>Redondeo Nº de paneles</b>
<b>Poli/Monocromático</b>	<b>18</b>	<b>80</b>	<b>1126,87</b>	<b>1074</b>
Poli/monocromático	18	75	1202,00	1202
Poli/monocromático	17	60	1502,49	1340
Poli/monocromático	12	50	1802,99	1607
Poli/monocromático	11	40	2253,74	2009

Fuente: Catálogo 2021 Equipos Fotovoltaicos FISE.

Examinando las diferentes opciones mostradas en la tabla anterior, concluimos que el panel de 80Wp es la mejor opción para cubrir las necesidades del proyecto, el módulo contará con 1126.87 paneles.

Suponemos que la mejor opción es un panel de 80Wp, lo que requiere la compra de 1.074 paneles, porque hay 1.074 viviendas beneficiarias y cada vivienda tiene un sistema fotovoltaico.

Determinamos el coeficiente de uso o cobertura del día de la instalación del mes "i" (I) para evaluar el desempeño de los paneles sugeridos.

La correlación entre la cantidad de energía fotovoltaica disponible y la cantidad utilizada es la siguiente:

$$F = \text{Energía Disponible} / \text{Energía Consumida}$$

$$F = NP \cdot 0.9 \cdot W_p \cdot I_d / \text{Energía Consumida}$$

Donde: NP = representa el número de paneles.

Wp = representa la potencia del panel elegido.

Id = Radiación solar media del mes.

Tenemos los siguientes valores en lugar de valores para cada mes del año:

**Tabla 10: Factor de cobertura del proyecto: Huancavelica - Huaytará**

Detalle	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dec
Factor de irradiancia	5,00	5,50	6,00	5,50	5,00	5,00	5,00	5,00	5,50	6,00	6,00	5,00
Factor de cobertura	0,97	1,07	1,17	1,07	0,97	0,97	1,07	1,17	1,17	0,97	1,17	1,05

En otras palabras, podemos ver que la demanda de energía está completamente cubierta en 12 meses del año, la tasa promedio anual está por encima del 100%.

## B. Cálculo del número y capacidad de baterías

La siguiente tabla muestra los resultados del cálculo de la capacidad de almacenamiento del banco de baterías.

$$\text{Tamaño} = (\text{Aut} \times \text{Ed}) / (\text{Rend} \times \text{Desc})$$

**Tabla N° 11: Factores para cálculo de capacidad de baterías**

Detalle	Factor
Aut (días sin brillo solar)	2
Ed (kwh)	362,917582
Rend (eficiencia de la batería)	80%
Desc (descarga de la batería)	70%
Tamaño de la batería (kwh)	1296,13422
Tamaño de la batería (wh)	1296134,22

**Fuente: Elaborado por el autor.**

Cálculo del almacenamiento del banco de baterías:

El tamaño de la batería es 1296134,22 Wh.

$$\text{Nro de baterías} = \text{Tamaño} / (\text{Ah} \times \text{V})$$

**Tabla N° 12: Cálculo de baterías**

Batería tipo (v)	Voltios	Amperios hora	Peso lb.	Nº de baterías	Redondeo nº de baterías
Descarga profunda	12	512	410	210,96	211
Descarga profunda	12	614	480	175,91	176
Descarga profunda	12	819	630	131,88	132
Descarga profunda	12	1024	780	105,48	105
Descarga profunda	12	1229	930	87,89	88
Descarga profunda	12	255	162	423,57	424
Descarga profunda	<b>12</b>	<b>100</b>	<b>63</b>	<b>1080,11</b>	<b>1074</b>

**Fuente: Elaborado por el autor.**

Las baterías de descarga profunda funcionan mejor y requieren la mayor cantidad de baterías, 1080,11 (se calcularon 1074 baterías para este número de usuarios).

### **C. Cálculo de la capacidad de la unidad de control**

La potencia del controlador debe basarse en la corriente máxima que fluye a través del sistema 75Wp, para esto necesita encontrar la corriente a través de los componentes:

(1) Parte panel – monitor – batería:  $I = 75 \text{ WP} / 12\text{V}$

$$I = 6.25 \text{ A}$$

(2) Parte del controlador – Carga de CC:  $I = 46 \text{ W} / 12 \text{ V}$

$$I = 3.8 \text{ A}$$

Por tanto, el controlador seleccionado para cada vivienda debe tener una capacidad mínima de 6,25 A (corriente máxima que circula por el sistema) y ser capaz de soportar la potencia de cortocircuito del panel solar de 75 Wp.

De acuerdo con la literatura disponible, seleccionamos un regulador de 10 A y 12 V, un tipo de PWM confiable con seguridad eléctrica, que debe dictar cómo se utiliza el dispositivo para referenciar la batería eléctrica. Debería poder usar sus dispositivos electrónicos con este controlador.

### **(3) Cálculo de los conductores**

En este caso realizaremos el dimensionamiento de los conductores de 12 V – DC.

- 12 V - Circuitos con sección DC desde el cuadro de distribución hasta el panel de control y la batería.

Supongamos que cada casa es un sistema independiente, de acuerdo al voltaje del circuito del panel solar, su circuito es de 4.8 A, su voltaje es  $U = 12 \text{ V}$ , su longitud es  $L = 8 \text{ m}$  (del tablero al controlador), sea el sistema se instale con un cable de cobre externo.

Para calcular la caída de tensión, utilice la fórmula para corriente continua (corriente alterna monofásica con  $\cos \varphi = 1$ ).

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot \Delta U}$$

Esto es:  $\gamma = 58 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$  (valor cero en el circuito de hilo caliente a una temperatura máxima de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

$\Delta U =$  caída de tensión admisible V.

En este caso, existe una reducción máxima del 2% en la categoría, porque Norma Técnica 003-2007-EM/DGE: El proceso de evaluación del sistema fotovoltaico y sus componentes debe ajustarse a los requisitos y normas técnicas. Por esta razón, este valor debe ajustarse con otras líneas entre el generador y la red. Nuestro objetivo es mostrar la reducción de la intensidad, no el número total de pensamientos examinados en cada caso.

Por tanto:  $\Delta U = 0.02 \times 12 = 0.24 \text{ V}$

$$S = 2 \times 8 \times 4.8 / 58 \times 0.24 = 5.5 \text{ mm}^2$$

Es decir, el cable utilizado será de cobre suave de  $2 \times 5,3 \text{ mm}^2$  (10 AWG/MCM) por sus buenas características externas. Tipo RHW-2, con aislamiento de la radiación solar.

**Tabla 13: Especificaciones técnicas de conductores.**

CALIBRE CONDUCTOR	SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPEORES AISLAMIENTO	CUBIERTA	DIMENSIONES	PESO	AMPERAJE (90°C) (*)	
									AIRE	DUCTO
AWG/MCM	mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
14	2,1	7	0,62	1,8	1,14	1,14	6,4x10,4	33	30	25
12	3,3	7	0,78	2,3	1,14	1,14	6,8x11,9	45	35	30
<b>10</b>	<b>5,3</b>	<b>7</b>	<b>0,98</b>	<b>2,9</b>	<b>1,14</b>	<b>1,52</b>	<b>8,7x13,5</b>	<b>69</b>	<b>45</b>	<b>40</b>
8	8,4	7	1,23	3,7	1,52	1,52	9,7x16,4	105	65	55
6	13,3	7	1,55	4,7	1,52	1,52	10,6x18,2	155	90	75
4	21,1	7	1,96	5,9	1,52	2,03	12,6x21,6	235	120	95
2	33,6	7	2,47	7,4	1,52	2,03	14,4x24,7	360	160	130
1	42,4	19	1,69	8,4	2,03	2,03	16,4x28,7	460	185	150
1/0	53,4	19	1,9	9,5	2,03	2,03	17,4x30,7	570	215	170
2/0	67,4	19	2,13	10,6	2,03	2,03	18,5x33,0	700	245	195
3/0	85,1	19	2,39	11,9	2,03	2,03	19,8x35,5	870	285	225
4/0	107,2	19	2,68	13,4	2,03	2,03	21,2x38,9	1090	330	260

Conectando la batería a la sección de 12 V - CC del sistema de cableado.

Usamos la misma fórmula que antes para determinar la sección porque se ha determinado que la longitud de esta sección es de 4 m:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot \Delta U}$$

Por tanto:  $\Delta U = 0.02 \times 12 = 0.24 \text{ V}$

$$S = 2 \times 4 \times 6.25 / 58 \times 0.24 = 3.59 \text{ mm}^2$$

Es decir, el cable utilizado según la tabla anterior es de 3,3 mm<sup>2</sup> (12 AWG/MCM), bipolar (NMT).

Conductores de voltaje de 12 V: corriente continua para el circuito desde la unidad de control hasta las cargas de los consumidores.

El valor máximo de la corriente en este tramo es igual a 3,8 amperios, y su longitud se estima en 6 metros.

$$\Delta U = 0.02 \times 12 = 0.24 \text{ V}$$

$$S = 2 \times 6 \times 3.8 / 58 \times 0.24 = 3.27 \text{ mm}^2$$

Por lo que el cable utilizado para esta pieza es de 3,3 mm<sup>2</sup> (12 AWG/MCM), tipo bipolar (NMT) según la tabla anterior.

## V. CONCLUSIONES

- Investigaciones han demostrado que la Energía Fotoeléctrica puede ser una buena alternativa sostenible para mejorar la disponibilidad de energía en la región de Huancavelica, Perú, 2021.
- El potencial de energía fotovoltaica de la provincia de Huancavelica en Perú para el 2021 es perfecto para atender las necesidades de la región, especialmente las de sectores con alta demanda y limitado acceso a estos servicios.
- El nivel de demanda energética en los sectores de pobreza de la región Huancavelica, Perú, 2021 es mayor a 417 kw / día que es posible de cubrirse con los rayos solares que se descargan en la zona de manera regular.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- La cantidad de producción diaria y la demanda actual determinan si la energía solar fotovoltaica puede utilizarse para generar electricidad. Como resultado, el proyecto debe planificarse para satisfacer todas las necesidades de las comunidades con necesidades altas, bajas e insatisfechas, incluida la electricidad requerida para el desarrollo del ciclo.
- Este tipo de estudios debe actualizarse y generalizarse para que el aprovechamiento sea masivo en todo el país que tiene necesidad de acceso universal para el uso de la energía eléctrica.

## REFERENCIAS

- Acevedo Garces, F. (2016). Diseño de una instalación solar fotovoltaica con capacidad para 3 kilovatios. Universidad Nacional a Distancia.
- Amarilla, E. M., Contreras, M. C. y Auhad, L. A. (2021) Sistemas fotovoltaicos: energía solar para las comunidades rurales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <https://inta.gov.ar/documentos/sistemas-fotovoltaicos-energia-solar-para-las-comunidades-rurales>
- Arias, J. J. (2009). Estudio de la utilización de energía eólica para la generación de electricidad en un asentamiento humano de San Juan de Marcona. Ingeniería Mecánica. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Bardales Espino, J. L. (2016). Estudio de factibilidad para suministrar energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico en el Centro Poblado de Shungun. Región Amazonas, 2016. Universidad César Vallejo.
- Bello, C. J. J., Sánchez, R. R., Cossoli, P., Vera, L. H., Busso, A. J. y Cadena, C. (2021). Evaluación del desempeño de sistemas fotovoltaicos autónomos en áreas rurales de la provincia de corrientes, argentina. Congreso Brasileiro de Energía Solar. <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/2321>
- Castejon Oliva, A. y Santamaría Herranz, G. (2010). Instalaciones solares fotovoltaicas. Editex.
- CEPAL. (2018). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Naciones Unidas. <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>
- Cuesta Ledesma, J. (2021). “Diseño de solución de energía fotovoltaica para viviendas indígenas del Vaupes”. Facultad de Ingenierías. Universidad de La Costa.
- DELTAVOLT. (2019). Cómo cargar baterías solares. <https://deltavolt.pe/energia-renovable/baterias/mantener-baterias/>
- Díaz Corcobado, T. y Carmona Rubio, G. (2018). Instalaciones solares fotovoltaicas. Mc. Graw Hill.
- Díaz Corcobado, T., y Carmona Rubio, G. (2017). Componentes de una instalación solar fotovoltaica. Mc. Graw Hill.

- Díaz López, J. R., y Fontanet, J. A. (2004). Viabilidad social de los proyectos de electrificación fotovoltaica con miniredes en Cuba. Editorial Universitaria de la República de Cuba.
- Dionicio Paico, C. A., & Naupari Quiroz, V. F. (2016). Instalación de un sistema fotovoltaico a domiciliario en beneficio de la calidad de vida de La Localidad De Huarascalles, Ancash. Universidad Nacional del Callao.
- Dirección General de Electrificación Rural - MEM, S. (2015). Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER) periodo 2016 – 2025.
- Gaitán Moya, D. S. y Vargas Ramírez, E. G. (2019). “Propuesta para la implementación de un sistema fotovoltaico en proyectos de vivienda de interés social. Caso estudio: Alejandría Real VIII. Mosquera, Cundimarca”. Universidad El Bosque.
- Guevara Calderón, B. A. “Aprovechamiento de la energía solar para la generación de energía eléctrica y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en el Caserío Nuevo Edén – Yambrasbamba – Amazonas”. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”.
- Guasch Murillo, D. (2003). Modelado y análisis de sistemas fotovoltaicos Universidad Politécnica de Cataluña.
- INEI. Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones. Webinei.inei.gob.pe. Retrieved from <http://webinei.inei.gob.pe:8080/SIRTOD1/inicio.html#>
- Joachin Barrios, C. D. A. (2008). Diseño de un sistema solar fotovoltaico aislado para el suministro de energía eléctrica a la comunidad Buena Vista, San Marcos. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- MEM. (2007). R. D. N° 003 – 2007 – EM/DGE. Especificaciones técnicas y procedimientos de evaluación del sistema fotovoltaico y sus componentes para la electrificación rural. Editora El Peruano.
- Méndez Díaz, J. F. (2018). “Desarrollo de un Sistema de Iluminación Solar para el ahorro de energía eléctrica en el alumbrado público de México”. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla - Universidad Rovira I Virgil.
- OSINERMIN. (2008) D. L. N° 1002 Promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables. <https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/normas-legales/733891-1002>

- OSINERMIN (2013) Introducción a las Energías Renovables. (2013). <http://www2.osinerg.gob.pe/EnergiasRenovables/contenido/IntroduccionEnergiasRenovables.html>
- OSINERMIN. (2018). Ley. N° 27510. Ley que crea el Fondo de la Compensación Social Eléctrica. <https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/normas-legales/738487-27510>
- PCM. (2005). Ley de Promoción y Utilización de Recursos Energéticos Renovables No Convencionales en Zonas Rurales, Aisladas y de Frontera del País. [https://minem.gob.pe/\\_legislacionM.php?idSector=6&idLegislacion=6540](https://minem.gob.pe/_legislacionM.php?idSector=6&idLegislacion=6540)
- Ponce Valdivia, B. G. y Ramos Mendoza, V, G. (2021). “Mejora de la eficiencia de un sistema solar fotovoltaico autónomo aplicado a viviendas rurales aisladas del Perú”. Facultad de Ingeniería. Universidad Tecnológica del Perú.
- Portabelle Civetti, I. (2010). Proceso de creación de una planta solar fotovoltaica conectada a red. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Pérez Ortega, S. G. (2019). “Factibilidad técnica, económica y social de instalaciones eléctricas solar fotovoltaicas para el consumo doméstico de la localidad del “El Vallecito”, Cusco”. Ingeniería Electrónica. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Reyes Ángeles, E. C. (2019). “Propuesta de uso de energía solar para el suministro de energía eléctrica y mejora de la eficiencia energética en la Universidad ESAN”. Facultad de Ingeniería. Universidad ESAN.
- SENAMHI. (2003). Atlas de energía solar del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12542/343>
- SENAMHI. (s.f.). Información del tiempo y clima. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-meteorologico#:~:text=3%C2%BAC-,Cielo%20con%20nubes%20dispersas%20por%20la%20ma%C3%B1ana%20variando%20a%20cielo,con%20tendencia%20a%20lluvia%20ligera>.
- Serna Ruiz, A. F., Marín García, E. J., y Alzate Liliana, S. (2016). Herramienta para el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos aislados. Lámpsakos.

## ANEXOS

### Anexo N° 1: Consumo de energía per cápita, emisiones per cápita e índice de desarrollo humano de los países Incluidos en el análisis

N°	País	Consumo de energía per cápita (Millones de UTB)	Emisiones per cápita (Ton CO2)	IDH	Región
1	Canadá	389,47297	16,4614	0,90	Norteamérica
2	Estados Unidos	307,96362	17,67736	0,906	Norteamérica
3	Argentina	80,75135	4,08785	0,788	Latinoamérica
4	Bahamas	241,57326	17,02337	0,769	Latinoamérica
5	Barbados	70,69237	5,22278	0,79	Latinoamérica
6	Belice	53,87321	3,19218	0,696	Latinoamérica
7	Bolivia (Estado Plurinacional)	25,99846	1,39364	0,656	Latinoamérica
8	Brasil	51,76622	2,08647	0,708	Latinoamérica
9	Chile	72,8637	3,76755	0,798	Latinoamérica
10	Colombia	30,64173	1,53103	0,702	Latinoamérica
11	Costa Rica	41,53303	1,52745	0,738	Latinoamérica
12	Cuba	33,58148	2,66133	0,77	Latinoamérica
13	Dominica	31,86925	1,94344	0,722	Latinoamérica
14	República Dominicana	32,54311	2,04405	0,68	Latinoamérica
15	Ecuador	35,4063	1,89047	0,716	Latinoamérica
16	El Salvador	19,77516	0,98362	0,669	Latinoamérica
17	Guatemala	16,26562	0,9552	0,569	Latinoamérica
18	Goyana	28,09706	2,0192	0,624	Latinoamérica
19	Haiti	3,23363	0,21115	0,449	Latinoamérica
20	Honduras	17,43696	1,03526	0,619	Latinoamérica
21	Jamaica	57,28714	4,25984	0,724	Latinoamérica
22	México	62,90241	3,88789	0,762	Latinoamérica
23	Nicaragua	11,45644	0,74192	0,582	Latinoamérica
24	Panamá	70,47487	4,53504	0,76	Latinoamérica
25	Paraguay	69,40066	0,63094	0,651	Latinoamérica
26	Perú	26,28935	1,28545	0,714	Latinoamérica
27	Suriname	73,39686	4,21924	0,674	Latinoamérica
28	Trinidad and Tobago	697,83869	38,76395	0,755	Latinoamérica
29	Uruguay	44,69669	2,05667	0,776	Latinoamérica
30	Venezuela (Republica Bolivaria)	118,74852	5,92939	0,732	Latinoamérica

**FUENTE:** García Ochoa, Rigoberto. "Pobreza energética en América Latina" 2014

### Anexo N° 2: Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Instrumentos
¿Qué parte de una alternativa viable para mejorar el acceso a la energía en la región de Huancavelica de Perú en 2021 es la energía fotovoltaica?	Verifique si la energía fotovoltaica es una opción viable para el 2021 para mejorar el acceso a la energía en la región de Huancavelica en Perú.	En el año 2021, Huancavelica, Perú, podrá acceder más fácilmente a la energía gracias a la fotovoltaica.	<b>Independiente:</b> Energía fotovoltaica  <b>Dependiente:</b> Acceso universal a la energía	Ficha de registro Lista de cotejo Matriz bibliográfica
¿Qué potencial tiene la energía solar en la región de Huancavelica en Perú, 2021?	En 2021, la región peruana de Huancavelica tendrá determinado su potencial de energía fotovoltaica.	El potencial de la energía fotovoltaica es favorable para atender a la región Huancavelica, Perú, 2021		
¿Cuál es el nivel de demanda energética en los sectores de pobreza de la región Huancavelica, Perú, 2021?	Determinar si el nivel de demanda energética en los sectores de pobreza de la región Huancavelica, Perú, 2021	El nivel de demanda energética es de 5 a 6 kw en los sectores de pobreza en la región Huancavelica, Perú, 2021		

Fuente: Elaboración propia



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, TELLO ZEVALLOS WILFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis Completa titulada: "Aprovechamiento de la Energía Solar para el Acceso Universal a la Energía Eléctrica en la Región Huancavelica, Perú", cuyos autores son SALAS CABRERA MARIBEL SOLEDAD, CHAMBI MAMANI LIZ KARIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25.00%, 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 Completa 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.

TRUJILLO, 29 de Mayo del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
TELLO ZEVALLOS WILFREDO <b>DNI:</b> 45571102 <b>ORCID:</b> 0000-0002-8659-1715	Firmado electrónicamente por: TTELLOZE el 13-06- 2023 00:29:02

Código documento Trilce: TRI - 0543281